



HAL
open science

Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture

Catherine E. Laurent, Isabelle Baldi, Gérard Bernadac, Aurélie Berthet, Claudio Colosio, Alain Garrigou, Sonia Grimbuhler, Laurence Guichard, Nathalie Jas, Jean-Noël Jouzel, et al.

► To cite this version:

Catherine E. Laurent, Isabelle Baldi, Gérard Bernadac, Aurélie Berthet, Claudio Colosio, et al.. Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture. [0] Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail. 2016, 215 p. hal-01608239

HAL Id: hal-01608239

<https://hal.science/hal-01608239v1>

Submitted on 5 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Connaître, évaluer, protéger

Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture

Volume n°1 : Volume central

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

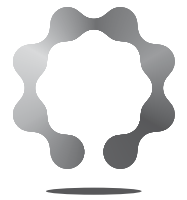
Juillet 2016

Édition scientifique



anses

agence nationale de sécurité sanitaire
alimentation, environnement, travail



Connaître, évaluer, protéger

Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture

Volume n°1 : Volume central

Avis de l'Anses

Rapport d'expertise collective

Juillet 2016

Édition scientifique

Le directeur général

Maisons-Alfort, le 25 juillet 2016,

AVIS révisé **de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,** **de l'environnement et du travail**

relatif à l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture¹

L'Anses met en œuvre une expertise scientifique indépendante et pluraliste.

L'Anses contribue principalement à assurer la sécurité sanitaire dans les domaines de l'environnement, du travail et de l'alimentation et à évaluer les risques sanitaires qu'ils peuvent comporter.

Elle contribue également à assurer d'une part la protection de la santé et du bien-être des animaux et de la santé des végétaux et d'autre part l'évaluation des propriétés nutritionnelles des aliments.

Elle fournit aux autorités compétentes toutes les informations sur ces risques ainsi que l'expertise et l'appui scientifique technique nécessaires à l'élaboration des dispositions législatives et réglementaires et à la mise en œuvre des mesures de gestion du risque (article L. 1313-1 du code de la santé publique).

Ses avis sont rendus publics.

L'Anses s'est autosaisie le 20 juillet 2011 pour conduire des travaux d'expertise visant à investiguer la thématique de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

1. CONTEXTE ET OBJET DE L'AUTOSAISINE

■ Contexte de l'autosaisine

De nombreuses études épidémiologiques réalisées auprès de groupes de personnes travaillant dans le secteur agricole mettent en évidence une association entre les expositions aux pesticides et certaines pathologies chroniques. Une expertise collective de l'Inserm publiée en 2013 a synthétisé la littérature épidémiologique et toxicologique dans ce domaine à l'échelle internationale, de manière à proposer des niveaux de présomption concernant le lien entre expositions aux pesticides et différentes pathologies parmi lesquelles figurent notamment certains cancers (hémopathies malignes, cancers de la prostate, tumeurs cérébrales, cancers cutanés...), certaines maladies neurologiques (maladie de Parkinson, maladie d'Alzheimer, troubles cognitifs...), et certains troubles de la reproduction et du développement. D'autres pathologies suscitent également des interrogations telles que les maladies respiratoires, les troubles immunologiques, les pathologies endocriniennes. De plus, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a défini en 2014 des priorités d'évaluation scientifique pour une quinzaine de pesticides sur la période 2015-2019, en considérant notamment que des données scientifiques nouvelles concernant des effets sur l'homme de ces substances avaient été produites.

¹ Annule et remplace l'avis du 26 avril 2016. Voir Annexe 1.

En France, les personnes travaillant dans l'agriculture et potentiellement exposées aux pesticides constituent une population importante. En 2010, le recensement de l'agriculture dénombrait plus d'un million de personnes ayant une activité régulière en agriculture, auxquelles doivent être ajoutées plusieurs centaines de milliers de travailleurs non permanents ainsi que plusieurs dizaines de milliers de stagiaires. Ces effectifs s'accroissent considérablement si les retraités ayant travaillé sur des exploitations agricoles, qui ont potentiellement été exposés au cours de leur vie active, sont également pris en compte : il y a actuellement plus de deux retraités pour chaque actif dans le secteur agricole.

L'agriculture française s'organise autour de nombreux systèmes de production, depuis les grandes cultures et l'élevage intensif présents dans tout le nord de l'Europe, jusqu'aux productions méditerranéennes et tropicales dans les Outre-Mer. Avec une production dont la valeur était estimée à 75 milliards d'euros en 2013, l'agriculture française restait la première d'Europe. La France est l'un des pays européens où il se vend le plus de pesticides. A titre d'illustration, les seuls produits phytopharmaceutiques représentent près de 3 000 spécialités commerciales et plus de 60 000 tonnes de substances ont été vendues chaque année depuis 2009 d'après les déclarations de vente issues de la redevance et publiées annuellement dans le cadre du plan Ecophyto 2018. Ce chiffre n'inclut pas la totalité des distributeurs et ne comprend pas le traitement des semences, ni les substances biocides ou les antiparasitaires utilisés sur animaux. Cette consommation est liée à l'importance du secteur mais l'analyse des données du Réseau d'information comptable agricole (RICA) montre aussi que, à orientation productive équivalente, la France est l'un des pays d'Europe où les dépenses en produits phytopharmaceutiques par hectare sont les plus élevées.

Dans ce contexte, suite au Grenelle de l'environnement fin 2007, le plan Ecophyto 2018 a été mis en place pour réduire et sécuriser l'utilisation des produits phytopharmaceutiques y compris pour des usages non agricoles. L'un de ses objectifs était de diviser par deux, si possible, l'usage de produits phytopharmaceutiques avant 2018. Ce plan est ensuite devenu une des composantes de la mise en œuvre en France de la directive communautaire 2009/128 « instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable » et imposant des plans d'action nationaux de réduction des pesticides. En 2011, le plan Ecophyto a été amendé par un neuvième axe dédié au renforcement de la sécurité pour les utilisateurs, notamment *via* les actions suivantes : sécuriser les matériels de pulvérisation et adapter les équipements de protection individuelle, sécuriser les conditions de manipulation des pesticides, renforcer la veille sanitaire.

Mais le bilan 2013 d'Ecophyto montre que la question de l'usage, et donc des expositions potentielles associées, reste d'actualité. Au niveau national, le recours aux produits phytopharmaceutiques a augmenté de 5 % en moyenne entre 2009 et 2013. Une analyse de l'évolution de l'indicateur de référence NODU (nombre de doses unités) par catégories de produits montre que cet accroissement est dû à une augmentation du recours aux fongicides, et surtout aux herbicides, alors que le recours aux insecticides a diminué. Sur la base de ce constat, un second plan Ecophyto a été publié en octobre 2015.

Si la réduction du recours aux pesticides en agriculture a été largement discutée en France en raison de leur impact sur l'environnement, les enjeux de santé professionnelle revêtent également une importance majeure.

Jusqu'à une date récente, seuls quelques tableaux de maladies professionnelles du régime agricole de la sécurité sociale concernaient prioritairement ou exclusivement les pathologies aiguës ou chroniques en lien avec des pesticides, par exemple, le tableau 10 relatif à l'arsenic et ses composés minéraux ou le tableau 11 comprenant notamment les insecticides organophosphorés. Au début des années 2010, le ministère chargé de l'agriculture a cependant confié à sa Commission supérieure des maladies professionnelles en agriculture (Cosmap) une

mission consistant à actualiser les tableaux en fonction des nouvelles connaissances sur les liens entre pesticides et santé des personnes travaillant en agriculture. Les travaux de la Cosmap ont débouché sur l'établissement du tableau n°58 reconnaissant le lien entre l'exposition professionnelle aux pesticides et la maladie de Parkinson (décret n°2012-665 du 4 mai 2012) et du tableau 59 sur les hémopathies malignes provoquées par les pesticides (décret n° 2015-636 du 5 juin 2015).

Les procès civils, les recours à la CIVI (Commission d'indemnisation des victimes d'infractions) et la création en 2011 d'une association de victimes (Phyto-Victimes) attestent que les effets des pesticides sur la santé des personnes travaillant dans l'agriculture sont devenus un sujet de préoccupation et de mobilisation en France. Les résultats des consultations sur ce thème réalisées récemment par l'Assemblée nationale (rapport de Gatignol et Etienne de 2010) et le Sénat (rapport de Bonnefoy de 2012) le soulignent également.

En complément d'Ecophyto, d'autres plans évoquent directement la question des expositions aux pesticides. Ainsi, le plan national santé environnement 2015-2019 dans la continuité du précédent, *via* notamment l'action 30 recommande de documenter les expositions des populations vivant à proximité des zones d'application des pesticides avec un focus sur les expositions dans les exploitations pour les agriculteurs et leur famille. Le plan santé travail (PST) n° 3 (2016-2020) prévoit de donner la priorité à la prévention des expositions professionnelles aux substances chimiques CMR (cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques) et perturbateurs endocriniens, incluant les pesticides. Il vise également à améliorer la prise en compte de la poly-exposition et cibler certaines filières professionnelles particulièrement exposées aux risques cumulés, en particulier la filière agricole et à soutenir et accompagner la substitution en lien avec le plan Ecophyto II pour l'utilisation de substances moins dangereuses. Enfin, le nouveau plan santé-sécurité au travail 2016-2020 de la MSA poursuit le développement de la prise en compte du risque chimique, notamment phytosanitaire, dans les entreprises agricoles en ciblant les expositions aux produits CMR pour être en cohérence avec la politique européenne de prévention des risques professionnels, les orientations du PST 3, les orientations du plan Ecophyto II, les plans nationaux cancer et santé environnement.

Mais dans le même temps, les plans nationaux, les travaux conduits dans ces différentes instances, comme les informations disponibles dans la littérature, ou la récente expertise collective de l'Inserm sur les effets sur la santé des pesticides, soulignent unanimement le déficit de données sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture en France. L'Autorité européenne de sécurité des aliments (Efsa) qui a également commandé une revue des études épidémiologiques disponibles et une analyse des associations avec ces pathologies chroniques conclut aussi à la rareté des données d'exposition.

■ **Objet de l'autosaisine**

Dans ce contexte, l'Anses s'est autosaisie le 20 juillet 2011 pour mener une expertise collective visant à « **identifier, évaluer et caractériser les expositions à risque des travailleurs agricoles aux pesticides dans l'agriculture afin de proposer des actions de réduction ciblées et proportionnées par des moyens de prévention** ». Les questions s'articulent autour de plusieurs axes incluant notamment : une description de la population de l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture potentiellement exposées aux pesticides selon les différents systèmes de production et les filières, une identification des situations professionnelles à l'origine de ces expositions et une analyse des connaissances disponibles en matière de niveaux d'exposition pour les situations identifiées.

■ Périmètre de l'autosaisine

Dans cette démarche, par convention :

- la dénomination « **pesticides** » correspond à un ensemble large qui regroupe :
 - les produits phytopharmaceutiques : produits destinés à protéger les cultures et qui incluent principalement des insecticides, des fongicides et des herbicides,
 - les biocides : lorsque ces produits sont utilisés pour l'activité agricole : la désinfection du matériel, des bâtiments, la protection des grains, les pédiluves, etc.,
 - les médicaments vétérinaires : lorsque ces produits sont utilisés en élevage pour lutter contre des mycoses ou des parasitoses externes (acaricides, insecticides...) et peuvent donc être source d'exposition pour les personnes intervenant dans l'élevage ;
- la population visée par l'autosaisine sous la dénomination « **travailleurs agricoles** » inclut toutes les personnes qui travaillent dans les exploitations agricoles, que ces personnes soient de la main d'œuvre familiale (chef d'exploitation, conjoint...), des salariés permanents ou occasionnels, ou encore des personnes travaillant sur l'exploitation mais non directement salariées de l'exploitation (employés d'entreprises de travaux agricoles, de travaux de désinsectisation...) ;
- la notion d'« **exposition** » désigne le contact entre l'homme et un contaminant, ici les « pesticides », à une concentration donnée pendant une période de temps donnée. L'exposition peut se faire par ingestion, inhalation ou encore par voie cutanée. L'exposition peut s'avérer directe comme lors d'un traitement, ou indirecte comme lors de la réentrée dans une zone traitée.

2. ORGANISATION DE L'EXPERTISE

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (mai 2003) ».

Le suivi des travaux d'expertise a été confié au comité d'experts spécialisé (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ». Le CES « Produits phytopharmaceutiques : substances et préparations chimiques » a été consulté et tenu informé. L'Anses a confié l'expertise au groupe de travail (GT) « Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture ». Les travaux ont été présentés aux CES tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques entre le 13 septembre 2012 et le 15 octobre 2015. Ils ont été adoptés par le CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » le 15 octobre 2015.

Par ailleurs, à l'issue de cette adoption mais avant publication des travaux, l'Agence a reçu en date du 12 juin 2016 une note traduisant une position minoritaire cosignée par deux experts du groupe de travail relative aux sections 6.2 et 6.4 du volume principal du rapport, note dont la présidente et la vice-présidente du groupe de travail ont également été destinataires. Compte tenu de son arrivée tardive, cette note n'a pas fait l'objet d'une présentation devant le groupe de travail. Le CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » a également été informé de la transmission de cette note lors de sa séance du 16 juin 2016.

Le comité de déontologie et de prévention des conflits d'intérêt de l'Anses a été sollicité sur le principe et les modalités de publication de cette position minoritaire. L'avis de l'Agence, publié ce jour, prend en compte les recommandations formulées par le comité de déontologie et de prévention des conflits d'intérêt, et notamment l'annexion de cette note au rapport d'expertise. Cet ajout n'entraîne aucune modification des conclusions de l'Agence.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont rendues publiques *via* le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

■ **Cadrage et méthode d'instruction de l'expertise**

Au démarrage des travaux d'expertise, les objectifs de l'autosaisine sont apparus extrêmement larges du fait de la diversité des informations à rechercher relevant de disciplines très différentes mais permettant aussi de tenir compte des différentes dimensions de la question de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

Le GT est composé d'experts de disciplines très diverses (agronomie, biométrie, économie, épidémiologie, ergonomie, expologie, histoire, médecine du travail, toxicologie, sociologie, statistiques) et venant de différents environnements professionnels. Un éventail aussi large de disciplines n'étant pas si habituel dans ce domaine de recherche, une première étape a consisté à mutualiser les expertises des membres du groupe et à préciser des notions fondamentales pour l'autosaisine mais appréhendées différemment selon les disciplines comme « pesticides », « exposition » et « travailleurs agricoles ».

De nombreuses auditions de parties prenantes ont également été conduites pour affiner le cadrage de l'expertise. Ont ainsi été auditionnés pour le cadrage général de l'expertise : la Caisse centrale de la Mutualité sociale agricole (CCMSA), le comité d'experts du Plan Ecophyto, le service du ministère de l'agriculture chargé du pilotage global du Plan Ecophyto, la fédération nationale des groupements de défense sanitaire (FNGDS) et le réseau Farago, l'association Phyto-Victimes, et l'Union des industries de la protection des plantes (UIPP). Plusieurs personnalités ont également été auditionnées sur des domaines techniques plus pointus.

■ **Revue des données de la littérature sur les situations françaises**

Un inventaire des données disponibles sur la France dans la littérature a été réalisé. Le GT a souhaité réaliser cet inventaire en suivant une procédure qui garantisse la transparence et la traçabilité des procédures suivies afin que cet inventaire puisse être actualisé au cours du temps. C'est pourquoi une procédure de revue systématique a été adoptée, dans la lignée des méthodes conçues par la collaboration Cochrane et la collaboration Campbell.

A l'issue de cette revue systématique de la littérature sur les expositions sur la France, il a été décidé de procéder à un appel à contributions (du 17 février 2014 au 20 avril 2014) afin de recueillir des données qui n'auraient pas été identifiées par le GT, notamment parce qu'elles n'avaient pas été référencées dans les bases explorées ou parce qu'elles sont difficilement accessibles, comme c'est le cas pour la littérature grise.

■ **Données issues des dispositifs de surveillance médicale**

Afin d'identifier d'autres données sur les expositions, un recensement des données d'exposition disponibles dans l'ensemble des dispositifs de surveillance médicale susceptibles de détecter des cas de pathologies liées à l'utilisation agricole de pesticides a été effectué : Réseau de toxicovigilance de la Mutualité sociale agricole (MSA), Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles (RNV3P) de l'Anses, enquête Surveillance médicale des expositions aux risques professionnels (SUMER) de la Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (DARES) et de la Direction générale du travail (DGT) du ministère chargé du travail. De plus, les tableaux de maladies professionnelles susceptibles

d'entraîner une reconnaissance en maladie professionnelle de personnes exposées aux pesticides ont été analysés.

■ **Etudes de cas**

Le GT a décidé d'explorer les possibilités offertes par d'autres sources d'informations que la littérature scientifique et les données des dispositifs de surveillance médicale pour documenter les situations d'exposition, mais aussi d'analyser les déterminants de ces expositions en France et de remettre en perspectives les actions de prévention. Mais le champ à explorer devenait alors extrêmement large, incluant les données administratives, les données statistiques, des dires d'experts, des études sur des situations nationales et étrangères n'ayant pas fait l'objet de publication scientifique. Les ensembles réglementaires associés mettent en jeu un très grand nombre de textes. Il a donc paru raisonnable de tester l'intérêt de ces approches à partir d'études de cas limitées.

Deux situations potentielles d'exposition ont été choisies : l'une en élevage (les traitements antiparasitaires externes en élevage ovin), et l'autre dans le secteur des cultures (l'exposition lors de la réentrée en arboriculture). Le choix de ces deux cas ne signifie aucunement que le groupe de travail les a *a priori* considérés comme plus préoccupants que d'autres.

■ **Statistiques agricoles**

L'agriculture française bénéficie d'un dispositif statistique complet associant le recueil de données sur les structures des exploitations (recensements, enquêtes structures), sur les pratiques agricoles (enquêtes « pratiques culturelles »), sur les performances économiques des exploitations (Réseau d'information comptable), sur les volumes produits, sur l'utilisation du territoire, sur les IAA... Mais il n'a pas été conçu pour documenter les expositions aux pesticides des personnes qui travaillent dans les exploitations. Néanmoins, une première analyse des données disponibles a été réalisée (principalement le recensement agricole et les enquêtes sur les pratiques culturelles) pour explorer les possibilités ouvertes par les données telles qu'elles existent et réfléchir aux modalités spécifiques de traitement de ces données et à d'éventuels compléments pouvant être apportés dans les enquêtes.

■ **Littérature scientifique sur les situations étrangères**

L'exploration systématique et approfondie de la littérature scientifique traitant des expositions aux pesticides dans les autres pays que la France était impossible compte tenu du volume de publications concerné et des moyens du GT. En revanche, des revues exploratoires ont été conduites pour les données métrologiques et épidémiologiques et des synthèses bibliographiques complètes ont été réalisées pour chacune des deux études de cas, de différents points de vue disciplinaires, ce afin d'en tirer des enseignements sur l'extrapolation de ces informations aux situations françaises.

■ **Données d'exposition et évaluation réglementaire**

La procédure d'homologation des pesticides précédant la mise sur le marché inclut des estimations de l'exposition professionnelle en agriculture, s'appuyant soit sur des données modélisées, soit sur des données générées spécifiquement dans le cadre de l'autorisation de mise sur le marché. Le GT a entrepris d'identifier les données d'exposition et les situations d'exposition prises en compte dans l'évaluation réglementaire ainsi que les déterminants utilisés pour réaliser les estimations des niveaux d'exposition. Cette analyse s'est appuyée d'une part sur la consultation des documents-guides européens, et d'autre part sur la consultation d'une série de dossiers d'homologation de substances relatifs aux deux études de cas choisies.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS DU GT ET DU CES

3.1. Constats et orientations générales du GT

Les constats et orientations du groupe de travail concernent les huit domaines suivants :

■ Réduire l'usage des pesticides

Le groupe de travail constate que :

- i) La réduction de l'usage des pesticides en France est le plus souvent raisonnée dans une perspective environnementale ou pour réduire les résidus dans les produits finaux. La santé au travail des personnes travaillant dans l'agriculture est un élément très secondaire dans les débats qui accompagnent et régulent les choix techniques dans le secteur agricole en France.
- ii) Ceci favorise la mise en œuvre de stratégies de réduction de l'utilisation de pesticides qui peuvent parfois avoir des effets négatifs concernant les expositions des personnes travaillant dans l'agriculture et les risques qu'elles encourent (par exemple stratégie d'efficience pouvant conduire à multiplier les manipulations de produits, stratégies de substitution pouvant conduire à remplacer un produit dangereux pour les milieux aquatiques par un produit moins dangereux pour ces milieux mais plus dangereux pour l'homme).
- iii) Le plan Ecophyto, dans sa version 2, réduit son ambition de réduction d'usage (-25% à horizon 2020) et met l'accent pour y parvenir sur des mesures d'optimisation des applications et de substitution dont l'efficacité attendue sur la réduction des expositions est très discutable. Il repousse à l'horizon 2020 la prise en charge d'une réduction plus ambitieuse des usages par une approche « reconception des systèmes ».

Orientation : Diminuer l'usage des pesticides avec l'objectif explicite de réduire les expositions professionnelles des personnes travaillant dans l'agriculture

- Revoir la stratégie du plan Ecophyto en mettant en œuvre dès maintenant sans attendre 2020 une réelle politique d'accompagnement des acteurs à la réduction d'utilisation des pesticides : fondée sur la recherche d'une moindre dépendance des systèmes de culture et de production aux pesticides permise par des stratégies de reconception de ces systèmes.
- Evaluer et rendre compte de façon systématique des consommations de pesticides associées à différents modes de conduite techniques. Rendre publics les résultats de ces évaluations et documenter les données d'exposition qui leur sont associées. Sont particulièrement concernés de nouveaux modes de conduite qui seraient préconisés, ou des modes de conduite pour lesquels la littérature scientifique et/ou l'analyse de données statistiques fait ressortir des recours importants aux pesticides, en particulier :
 - certaines techniques de production, encouragées par les organisations professionnelles agricoles et les pouvoirs publics : techniques sans labour, simplification des successions, développement d'unités d'élevage de grande dimension... ;
 - les cahiers des charges imposant aux producteurs des résultats (cosmétique, conservation) ne pouvant être obtenus qu'à l'aide d'un recours élevé aux pesticides.

- Développer des études spécifiques, intégrant des données sur les expositions des personnes travaillant en agriculture, pour tenir compte des expositions professionnelles dans l'évolution des pratiques d'utilisation des pesticides. Sont particulièrement concernées les stratégies d'efficience (par exemple fractionnement des doses) et de substitution.
- Assurer une veille sur l'utilisation d'outils d'aide à la décision et identifier la part des outils qui permet de porter un diagnostic sur la situation, de ceux qui fonctionnent comme des « alertes » et délivrent surtout des incitations à traiter (via SMS, e-mails...) sans référence à l'observation de l'état des cultures dans l'exploitation ;
- Tenir compte du coût des équipements de protection individuelle et collective (respect des prescriptions de renouvellement de matériel, respect des normes de qualité quand elles sont explicites..) dans les analyses technico-économiques utilisées pour étayer les choix techniques ; conduire des études technico-économiques chaque fois que nécessaire.

■ **Produire des données sur les expositions**

Le groupe de travail constate que :

- i) Les données relatives aux expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture sont lacunaires et aucune organisation en France n'est en charge de les produire. Ces données, qui peuvent également être utilisées dans le cadre de l'homologation des produits, sont pour certaines produites par des organismes non indépendants (ayant un intérêt économique à la vente de pesticides, soit directement *via* la vente de produits soit indirectement *via* la commercialisation de produits d'aval).
- ii) Les expositions sont associées aux caractéristiques individuelles des personnes qui sont très diverses, en âge, sexe, statut (chefs d'exploitation, main d'œuvre familiale, salariés permanents et non permanents (contrats saisonniers, vendange...), salariés de prestataires de service, stagiaires, techniciens intervenant sur l'exploitation). Ces caractéristiques sont aujourd'hui mal documentées et peu prises en compte alors qu'elles peuvent être associées à des risques de santé spécifiques (par exemple femmes en âge de procréer et risques pour le fœtus, personnes en situation de précarité avec un accès aux soins limité).
- iii) Les tâches réalisées sur les exploitations agricoles sont multiples, et de plus inégalement exposantes et inégalement distribuées selon les caractéristiques individuelles des travailleurs. Certaines sont aujourd'hui peu documentées et/ou peu considérées dans l'évaluation des risques, en particulier celles qui résultent de contact avec des végétaux, animaux ou surfaces traités. Dans certains domaines d'activité (notamment élevage et utilisation de biocides), aucun recensement systématique des situations exposantes n'a été identifié.
- iv) Les types de pesticides utilisés sur une même exploitation sont multiples pour les différentes activités (traitement des cultures, des animaux, des bâtiments, du matériel), ceci sur une même période de temps, et plus encore tout au long d'une carrière professionnelle. Peu de connaissances existent sur les caractéristiques et les effets potentiels de ces combinaisons.

Orientation : Produire des données sur les situations d'expositions considérant la diversité des personnes exposées en soutenant le développement d'études indépendantes

- Créer et rendre accessibles des données sur toutes les catégories de personnes travaillant dans les exploitations agricoles, de manière suivie au cours du temps : nombre et caractéristiques des travailleurs (main d'œuvre familiale, salariés permanents et non permanents, salariés des prestataires de service, stagiaires...).
- Documenter avec précision les niveaux de contamination et les déterminants de l'exposition dans des situations (cultures/élevages, tâches) aujourd'hui non étudiées en France à l'aide d'études de terrain indépendantes. Préciser les spécificités des circonstances d'exposition pour les différentes catégories de personnes travaillant dans l'agriculture.
- Documenter notamment les expositions dans des populations présentant des circonstances d'exposition particulière et/ou une sensibilité particulière vis-à-vis de certains risques de santé.
- Documenter la combinaison des expositions aux pesticides (phytopharmaceutiques, biocides, vétérinaires) à l'échelle de l'individu, au cours d'une saison, et au cours d'une carrière professionnelle, par exemple à l'aide de panels de différentes catégories de personnes travaillant dans l'agriculture (chefs d'exploitations, conjoints, salariés, stagiaires, salariés d'entreprise de traitement, techniciens...) régulièrement interrogées sur la nature des produits qu'elles utilisent et/ou avec lesquels elles sont en contact.

■ **Accessibilité, centralisation et capitalisation des informations**

Le groupe de travail constate que :

- i) L'accès à l'information susceptible de mieux documenter les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture est en partie soumise à des exigences de confidentialité (confidentialité des données administratives, secret statistique...) ainsi qu'au secret industriel pour les données de l'homologation. Ces exigences de confidentialité sont parfois interprétées de façon excessive, empêchant de traiter correctement les enjeux de santé publique.
- ii) Les sources d'information d'origine diverse sont dispersées, sans aucune centralisation de l'ensemble, aussi bien pour les données de pré-homologation que de post-homologation, aussi bien pour les connaissances sur les mesures des expositions que sur leurs déterminants.
- iii) Il n'y a pas de dispositif international de veille scientifique mutualisée permettant de capitaliser et valoriser au mieux l'avancée des connaissances relatives aux expositions aux pesticides, et de les rendre accessibles au public.
- iv) Les projets en cours de suivi réglementaire « post-homologation » ne concernent pour les expositions professionnelles en agriculture que les produits phytopharmaceutiques, et pour ces derniers, le suivi post-AMM actuel est jugé très insuffisant.

Orientation : Favoriser l'accessibilité, la centralisation et la capitalisation des informations sur les expositions aux pesticides

- Favoriser l'exploitation des données existantes telles que celles du recensement agricole ou des enquêtes « pratiques agricoles » et les travaux méthodologiques permettant d'intégrer des paramètres pertinents pour une documentation des expositions des individus.

- Pour ce faire, faciliter l'accès aux statistiques publiques (statistiques agricoles, population...), notamment pour les organismes de recherche, les associations et les partenaires sociaux travaillant sur les expositions aux pesticides agricoles, selon les dispositions réglementaires et techniques adaptées à chaque catégorie, et réduire le coût de mise à disposition de ces données.
- S'assurer que les organismes ayant des délégations de service public restituent aux services de l'Etat les informations permettant de documenter les expositions aux pesticides.
- Veiller au respect de la législation pour garantir aux experts autorisés l'accès aux données couvertes par le secret industriel lorsque des questions de santé publique sont en jeu (notamment article L. 1313-2. du code de la santé publique).
- Rendre accessible au public sur un site informatique l'ensemble des fiches de données de sécurité, avec l'ensemble des informations concernant la prévention des risques, pour les produits phytopharmaceutiques et les biocides, Actualiser ces données à chaque modification des produits et fournir les informations de base des produits mis sur le marché (liste des produits, composition, usages autorisés, doses homologuées, caractéristiques toxicologiques et écotoxicologiques).
- Créer, en France un dispositif de veille centralisant et capitalisant les informations scientifiques, techniques et réglementaires sur les expositions pour tous les pesticides (produits phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires), et les mettant à disposition du public - dispositif comprenant notamment l'actualisation périodique rendue publique de la revue de littérature sur la France réalisée par le GT, les données météorologiques internationales, les résultats d'évaluation de différents types d'interventions en matière de prévention.
- Développer une collaboration internationale permettant de mutualiser une veille scientifique pluridisciplinaire sur les expositions professionnelles aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

■ **Environnement technique des expositions**

Le groupe de travail constate que :

- i) Les politiques de prévention des risques sont en grande partie centrées sur quelques déterminants matériels de l'exposition relevant du comportement individuel des personnes au travail : mesures d'hygiène, port d'équipements de protection individuelle... Ces éléments, piliers de l'évaluation réglementaire des risques, de la formation et du conseil n'ont pas toujours fait l'objet d'évaluations rigoureuses dans les conditions de la pratique, pour vérifier qu'ils permettent effectivement de réduire les expositions. De plus, ils sont normalement à utiliser en dernière intention selon les principes généraux de prévention (cf. code du travail).
- ii) Les caractéristiques du matériel de traitement, des formulations de pesticides et des équipements de protection déterminent le niveau de contamination des personnes exposées aux pesticides en agriculture. Cependant, la conception et les innovations de ces éléments matériels n'intègrent généralement pas les contraintes des opérateurs au cours de leurs activités.
- iii) Des évolutions technologiques du matériel, des équipements de protection, des conditionnements, des formulations sont régulièrement proposées par les fabricants comme des solutions permettant de diminuer les expositions des utilisateurs. Cependant, il

n'y a pas d'évaluation systématique de la réelle diminution d'exposition individuelle qu'entraînent ces changements.

- iv) Un contrôle obligatoire des pulvérisateurs a été récemment institué mais il privilégie essentiellement les contraintes environnementales et des notions de sécurité vis-à-vis des accidents.

Orientation : Evaluer et agir sur l'environnement technique de l'exposition en intégrant les contraintes des utilisateurs

- Créer un réseau associant différents types d'acteurs (praticiens, chercheurs...) dans une réflexion sur les conditions matérielles de l'exposition, en prenant en compte les contraintes des utilisateurs dans les conditions de terrain comme par exemple sur les possibilités d'évolution du matériel de pulvérisation. Mettre en place un système d'intervention pour adapter le matériel existant et tenir compte de l'avancée des connaissances dans ce domaine (meilleure accessibilité, mise à disposition de réserve d'eau claire, conception de cabines sécuritaires, choix des buses...).
- Imposer aux fabricants de matériel de prendre en compte des déterminants des expositions dans les processus de conception, de développer des méthodes de co-conception et de simulation des activités d'usage des matériels dans les processus amont de conception afin d'améliorer les problèmes liés aux accès du pulvérisateur, aux réglages des équipements, à la maintenance, au nettoyage
- Proposer des schémas pour l'organisation de chantiers de traitement, sur la base de l'expertise ergonomique pour tous types de pesticides.
- Evaluer, à l'aide d'études de terrain indépendantes et en conditions réelles, l'impact des changements technologiques (concernant notamment le matériel, les formulations de produits) en matière d'exposition des personnes travaillant en agriculture : par exemple l'usage des sachets dispersibles, les pompes doseuses, les incorporateurs, la conception des bidons....
- Evaluer, à l'aide d'études de terrain indépendantes et en conditions réelles, l'efficacité des équipements de protection vis-à-vis de l'exposition des personnes. Remettre en question la place accordée au port des EPI comme mesure d'atténuation de l'exposition dans l'homologation des pesticides, en particulier dans les situations où les études de terrain ont montré l'incompatibilité du port d'EPI avec les conditions concrètes de l'activité (par exemple le port de combinaisons lors de phases de réentrée).
- Renforcer le contrôle du matériel de pulvérisation (entretien préventif, gestion des fuites, calibration et réglage du débit) mais aussi se servir du contrôle des pulvérisateurs comme une porte d'entrée pour mieux informer sur la question des expositions aux pesticides en fournissant une formation adéquate aux utilisateurs et aux contrôleurs de pulvérisateurs.
- Améliorer l'information sur la dangerosité des pesticides en clarifiant et évaluant la conformité et l'opérationnalité des fiches de données de sécurité, des RCP, des fiches techniques, des étiquettes présentes sur les contenants de pesticides, et des informations présentes sur les vêtements de protection.
- Interdire et sanctionner la diffusion d'informations visant à minimiser de façon trompeuse les dangers des produits.

■ **Le conseil**

Le groupe de travail constate que :

- i) Les moyens humains consacrés à un conseil en prévention indépendant sont très faibles, et la possibilité de bénéficier d'un conseil adéquat pour réduire l'usage des pesticides et les expositions se heurte à de nombreuses difficultés.
- ii) Les interventions relatives à la prévention des risques professionnels liés à l'usage de pesticides sont encadrées dans l'agriculture française par des dispositifs réglementaires, peu coordonnés, qui confient des missions se recouvrant partiellement à des organismes distincts (en métropole principalement le réseau de prévention de la MSA, les organismes indépendants de conseil technique, le réseau des vendeurs de produits, le réseau des conseillers techniques des organismes d'aval (coopératives de collecte...)); ces recouvrements induisent une dilution des responsabilités.
- iii) Des pans entiers de la population professionnelle échappent à toute action structurée de conseil en prévention (une partie des éleveurs sans salariés, certains salariés saisonniers, etc.).
- iv) Une grande partie des missions de conseil relatives à la réduction d'utilisation des pesticides et à la prévention est confiée à des personnes appartenant à des entreprises dont les bénéfices commerciaux sont directement dépendants de l'usage de pesticides (vendeurs de produits phytopharmaceutiques, conseillers d'entreprises de collecte dont les résultats économiques dépendent de l'usage de pesticides, vétérinaires vendant des médicaments vétérinaires et des biocides, vendeurs de biocides). Ce constat soulève la question des conflits d'intérêt dans lesquels s'inscrivent ces prestations.
- v) Il n'y a pas de dispositif coordonné et indépendant pour appuyer le conseil prévention en agriculture. Les conseillers n'ont accès qu'à des informations fragmentaires et se trouvent fréquemment démunis.

Orientation : Réorganiser le conseil pour réduire les expositions aux pesticides

- Préciser les missions et les responsabilités des intervenants des différents dispositifs concernés par la prévention et la réduction des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.
- Soutenir le développement d'actions de prévention par des organismes indépendants.
- Préciser les objectifs et indicateurs de résultats assignés à chacun de ces dispositifs, et évaluer ces résultats.
- S'assurer que toutes les catégories de personnes potentiellement exposées sont effectivement ciblées par ces actions de prévention, quel que soit leur statut sur l'exploitation.
- S'assurer que tous les pesticides sont pris en compte dans les actions de prévention (produits phytopharmaceutiques, biocides et médicaments vétérinaires) et que la charge de l'intégration des prescriptions n'est pas reportée sur le seul utilisateur final.
- Evaluer de façon rigoureuse les conséquences des situations de conflits d'intérêt économiques et leur impact sur la qualité des informations et du conseil délivré pour réduire les expositions des personnes travaillant sur les exploitations agricoles, pour les trois types de pesticides, et dans les différents dispositifs (réseau de vendeurs, réseau des organismes de

collecte...), et en tenir compte pour définir les missions et responsabilités des différents intervenants.

- Améliorer le soutien technique des conseillers en amont de leur activité. Dans un dispositif spécifique, ou comme composante d'un dispositif plus large, mettre en place un système de veille scientifique et technique et un lieu de partage des ressources utilisables pour concevoir et mettre en œuvre des mesures de prévention, accessible à l'ensemble des conseillers (quelle que soit leur appartenance professionnelle) et à l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture.
- Recenser les initiatives internationales d'aide à la décision pour les traitements pesticides, intégrant par exemple des indicateurs de risque (Ex : initiative IRPeQ au Québec). Réfléchir aux possibilités d'adaptation au contexte français dans le cadre d'une réflexion globale sur l'intérêt et les limites des stratégies de substitutions.

■ **La formation**

Le groupe de travail constate que :

- i) Les préoccupations de santé au travail relatives à l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture sont prises en compte de façon très hétérogène lors de la formation initiale, comme dans les cursus de formation professionnelle et supérieure conduisant à travailler dans l'agriculture, avec parfois une absence totale de formation sur ce thème.
- ii) Les 4 heures consacrées par la formation Certiphyto à ce thème ne permettent qu'une sensibilisation, ce qui est un progrès mais reste insuffisant : elle n'est pas obligatoire pour toutes les personnes potentiellement exposées et elle ne concerne que les produits phytopharmaceutiques.
- iii) Les formations, lorsqu'elles existent, n'intègrent pas de manière satisfaisante les pratiques réelles du travail et leur diversité, et les questions concrètes voire contradictoires que pose la mise en œuvre de conseils trop généraux.
- iv) Les qualifications des formateurs eux-mêmes sont très diverses et ne garantissent pas une homogénéité des formations dans l'ensemble des champs concernés par l'exposition.
- v) Les formations sont fréquemment centrées sur le comportement individuel : port d'équipements de protection individuelle, mesures d'hygiène, type de matériel utilisé, et ne sensibilisent pas à d'autres déterminants de l'exposition. Elles sont aussi centrées sur les phases de préparation et d'application et traitent peu ou pas des autres situations d'exposition (contaminations indirectes).

Orientation : Evaluer et améliorer la qualité des formations proposées sur les expositions professionnelles aux pesticides aux personnes travaillant dans l'agriculture

- S'assurer que les moyens nécessaires pour le développement de formations sur les expositions aux pesticides sont mis en œuvre par les établissements d'enseignement, dans tous les cycles de l'enseignement professionnel agricole.
- Former l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture aux risques des expositions pour la santé (effets à court et à long terme), et pas seulement une personne par exploitation (applicateur ou preneur de décision), de façon à inclure tous les utilisateurs et toutes les

formes d'exposition (notamment en réentrée). Inclure tous les types de pesticides – produits phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires).

- Confier ces formations à des organismes indépendants (n'ayant aucun intérêt commercial à la vente de pesticides).
- Prendre en compte toute la variété des déterminants de l'exposition dans les dispositifs de formation existants (y compris Certiphyto) et donc inclure de façon systématique dans la formation sur les expositions des personnes la notion prioritaire de réduction d'usage avant le port des EPI.
- Développer des formes de pédagogie intégrant les représentations des acteurs formés, comme des ateliers permettant des mises en situation, ou encore l'usage de « révélateurs » des expositions (par exemple simuler les expositions aux pesticides à l'aide de traceurs colorés). Mettre en place un dispositif permettant de mutualiser le matériel pédagogique.
- Renforcer, étendre, et évaluer de façon systématique l'efficacité des formations financées par les fonds publics, incluant la formation Certiphyto et la formation Certibiocide.
- Réviser les conditions d'attribution automatique du certificat Certiphyto suite à l'obtention de certains diplômes de l'enseignement agricole pour réserver cette procédure aux personnes dont il est avéré qu'elles ont reçu une formation à la prévention des expositions professionnelles aux pesticides en agriculture

■ **Procédures de mise sur le marché**

Le groupe de travail constate que :

- i) L'évaluation du risque (incluant l'évaluation des expositions) menée dans le cadre de l'homologation des pesticides fonctionne selon des logiques différentes pour les produits phytopharmaceutiques, les biocides et les médicaments vétérinaires, alors qu'ils peuvent contenir des substances identiques, aux profils toxicologiques similaires.
- ii) La modélisation des expositions dans la démarche d'homologation des pesticides repose sur la définition de *scenarii*, censés représenter les principales situations de terrain dans leur diversité et leur complexité, ou tout au moins prendre en compte les circonstances les plus défavorables. Mais les fondements de cette assertion ne sont pas aujourd'hui clairement documentés.
- iii) La construction des *scenarii* d'exposition ne mobilise pas toutes les connaissances disponibles. Par exemple :
 - le choix des cultures et des tâches prises en compte pour représenter les principales situations d'exposition ne s'appuie pas sur les données existantes dans la statistique agricole ou dans des études de terrain sur le nombre de personnes exposées ou la fréquence des expositions,
 - le choix des matériels pris en compte ne s'appuie pas sur une documentation des caractéristiques de l'ensemble des matériels utilisés alors qu'elles influencent notablement les niveaux d'exposition,
 - certaines sources de données administratives sur les expositions (par exemple Phyt'attitude, données des centres anti-poison) ne sont pas pleinement intégrées alors que les informations issues des déclarations individuelles pourraient en principe potentiellement fournir dans certains cas des informations sur les conditions réelles de l'emploi des produits.

- iv) Les modèles utilisés pour le calcul des expositions dans l'homologation des pesticides ne retiennent qu'un nombre extrêmement limité d'études publiées dans la littérature académique, sélectionnées selon des procédures peu explicites.
- v) Les modèles concernant l'exposition utilisés dans le cadre de la démarche d'homologation des pesticides reposent principalement sur des études générées par les fabricants de pesticides, n'ayant généralement pas donné lieu à des publications scientifiques selon une procédure de relecture par des pairs. La validation des données est confiée à des agences d'évaluation, qui ont recours à des comités d'experts. Pour autant, ce processus ne permet ni de rendre publics les méthodes employées et les résultats obtenus dans l'objectif de vérifier leur reproductibilité, ni d'engager des débats contradictoires au sein de la communauté scientifique.

Orientation : Ouvrir une réflexion sur l'évaluation des expositions dans la procédure de mise sur le marché des pesticides, y intégrer des données de sources diverses, rendre ces données publiques

- Harmoniser les méthodes d'évaluation des expositions dans la procédure de mise sur le marché des trois types de pesticides utilisés en agriculture (phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires), et l'appliquer à l'ensemble des produits aujourd'hui sur le marché (y compris les médicaments vétérinaires anciens ou certains biocides qui n'ont pas été évalués avec les procédures actuelles).
- Développer une réflexion indépendante sur l'estimation des expositions dans la procédure d'homologation pour intégrer l'expertise et les données de la recherche publique, par exemple en créant des groupes de travail méthodologiques visant à proposer des améliorations au système actuel.
- S'assurer que les données d'exposition incluses dans les modèles d'exposition sont issues d'études ayant fait l'objet de publications scientifiques selon une procédure de relecture par des pairs.
- Dans le choix des *scenarii* et la construction de modèles d'exposition pour la mise sur le marché des pesticides, associer les données produites par la recherche académique, les données de la statistique publique agricole, les données d'études de terrain afin d'affiner l'estimation des niveaux d'exposition et la connaissance des déterminants.
- Au-delà de leur production par des études de terrain, veiller à la manière dont les données d'exposition produites sont effectivement prises en compte dans l'évaluation du risque. S'interroger par exemple sur la pertinence d'exclure les valeurs d'exposition les plus hautes (au-delà du 75^e ou du 90^e percentile), ou encore de remplacer des données manquantes par des valeurs par défaut (exemple pour les résidus foliaires, ou encore pour les coefficients de transfert lorsqu'ils manquent pour une culture ou une tâche donnée).
- Revoir le mode de définition des délais de réentrée, en se basant sur une évaluation des risques comme c'est le cas dans certains pays comme le Canada, plutôt que sur le simple classement toxicologique comme c'est le cas actuellement.
- Réaliser des enquêtes de terrain dans des échantillons représentatifs d'exploitations agricoles (ou valoriser des données d'enquêtes existantes) sur la diversité des matériels effectivement mis en œuvre afin d'argumenter le choix des matériels pris en compte dans les *scenarii* servant à la modélisation des expositions.
- Evaluer si les modèles réputés « conservateurs » pour l'estimation des expositions des populations travaillant en agriculture représentent effectivement les situations réelles les plus

défavorables en croisant les estimations qu'ils produisent avec des données de terrain (mesures et observations).

- Prendre en compte dans la procédure de mise sur le marché les spécificités de certaines populations ayant des profils d'exposition particuliers (travailleurs précaires, salariés des entreprises de travaux agricoles...).

■ **Complexité des réglementations**

Le groupe de travail constate que :

- i) En dépit du très grand nombre de procédures réglementaires en place, des effets sur la santé des personnes travaillant en agriculture sont aujourd'hui observés.
- ii) Personne ne semble avoir de vision globale de l'ensemble du dispositif réglementaire qui encadre l'usage des pesticides, leur homologation, les procédures visant à éviter ou reconnaître leurs effets négatifs.

En l'absence de compétence juridique suffisante, le groupe de travail ne peut formuler qu'un avis incomplet mais constate cependant que l'actuelle complexité réglementaire conduit notamment :

- i) A rendre inopérantes un grand nombre de ces réglementations.
- ii) A diluer les responsabilités et à reporter sur les utilisateurs finaux la charge de faire des arbitrages complexes en vue d'assurer leur propre protection.
- iii) A donner ainsi un rôle central à des instruments de prévention qui ne devraient être utilisés qu'après que d'autres moyens ont été mis en place, en particulier en donnant un rôle central aux équipements de protection individuelle alors que leur efficacité dans la réduction des expositions est aujourd'hui l'objet de débats contradictoires.
- iv) A favoriser l'opacité des notions qui sont utilisées. Ainsi la notion de « bonnes pratiques agricoles » est largement utilisée, à la fois dans l'homologation, dans la prévention et dans la formation alors même qu'il n'y a pas aujourd'hui de définition partagée de cette notion et que son usage à des fins normatives est objet de controverses.
- v) A limiter la capacité des personnes travaillant dans l'agriculture à faire valoir leurs droits. Ainsi des tableaux de maladie professionnelle ont été créés par la réglementation française pour permettre une reconnaissance de certaines maladies ayant un lien avec les expositions agricoles aux pesticides, cependant les utilisateurs finaux concernés semblent aujourd'hui disposer d'une connaissance limitée de ce système.

Orientation : Réduire la complexité des réglementations concernant les pesticides

- Ouvrir une réflexion sur la clarification et l'harmonisation des réglementations concernant les pesticides, incluant notamment les réglementations applicables à l'homologation et l'usage des pesticides, à la prévention des risques induits par les pesticides, à la reconnaissance des droits des personnes exposées en agriculture. Cette réflexion devra être conduite avec des spécialistes du droit et s'appuyer sur une démarche pluridisciplinaire permettant de discuter de l'opérationnalité des modifications envisagées.

3.2. Conclusions et recommandations du CES

Le CES prend acte des constats et orientations formulés par le groupe de travail et donne un avis favorable à ces travaux.

Sur la base de ces constats, **le CES souligne en particulier les situations critiques suivantes** :

- L'insuffisance de données sur les niveaux d'exposition aux pesticides et leurs déterminants en France et le nombre limité de déterminants sur lesquels s'appuient les différents dispositifs d'autorisation des pesticides, de prévention des risques et de la réglementation en général ;
- L'existence de conflits d'intérêts potentiels lorsque le conseil et la formation sur l'utilisation des pesticides sont liés à la vente de ces produits ;
- Le fait que les dispositifs d'autorisation des pesticides et de prévention des risques ne prennent en compte le plus souvent que les déterminants les plus simples et directs de l'exposition aux pesticides, comme le port d'EPI, alors que d'autres déterminants, multiples et interdépendants existent ;
- Le caractère limité de la formation sur les dangers et la sécurité autour des pesticides qui n'assure de ce fait pas un niveau de sensibilisation satisfaisant. De plus, ces formations ne visent qu'une partie des personnes pouvant être amenées à manipuler les produits ;
- La prise en compte partielle des problématiques de santé et de sécurité au travail dans la conception du matériel agricole ;
- Le manque de moyens pour une surveillance et une prévention des expositions aux pesticides par des structures indépendantes.

Le CES insiste particulièrement sur les recommandations suivantes, et sans attendre la disponibilité de nouvelles données :

- Inclure dans les politiques d'usage des pesticides des objectifs de protection des travailleurs et des riverains, au même titre que des objectifs de protection de l'environnement et des consommateurs ;
- Diminuer l'usage des pesticides avec l'objectif explicite de réduire les expositions professionnelles des personnes travaillant dans l'agriculture ;
- Privilégier les mesures de prévention et de protection générales et ou collectives plutôt que les mesures individuelles. En particulier, les équipements de protection individuelle, qui ont montré leurs limites, ne doivent être considérés que comme le dernier recours après toutes les autres mesures de prévention ;
- Assurer l'indépendance du conseil et de la formation à l'utilisation des pesticides par rapport à la vente de ces produits ;
- Améliorer la formation sur les expositions professionnelles aux pesticides pour l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture ;
- Intégrer les situations d'exposition secondaire, comme par exemple la réentrée dans les cultures traitées ou la manipulation des animaux traités, dans la démarche de prévention et de formation sur les situations de travail entraînant une exposition aux pesticides ;

- Fixer des délais de réentrée dans les cultures traitées en s'inspirant par exemple de la méthode appliquée au Canada qui est basée sur une évaluation des risques plutôt que sur le classement toxicologique des produits, méthode actuellement en vigueur en France ;
- Prendre en compte les biocides et les médicaments vétérinaires dans le cadre de la prévention et les considérer au même titre que les produits phytopharmaceutiques ;
- Faire évoluer les méthodes d'évaluation dans les procédures d'homologation pour les harmoniser entre les trois types de pesticides. S'assurer qu'elles ne sous-estiment pas les expositions. S'assurer qu'elles s'appuient sur des données validées scientifiquement. Rendre public l'ensemble des données utilisées dans le processus d'évaluation ;
- Mettre en place un dispositif indépendant en charge de la réalisation de mesures, de la collecte, de l'exploitation et de la mise à disposition des données d'exposition aux pesticides ;
- Favoriser l'accessibilité, la centralisation et la capitalisation des informations sur les expositions aux pesticides, en particulier pour les personnes travaillant dans l'agriculture mais aussi le grand public et les chercheurs ;
- Prendre en compte la spécificité des DROM-COM dont les problématiques d'exposition aux pesticides sont différentes sur le plan des cultures, du climat ou de l'organisation de la prévention par rapport à la France métropolitaine ;
- S'inspirer des dispositions réglementaires existantes dans le régime général pour renforcer la prévention, et en particulier la mesure et la traçabilité des expositions aux pesticides pour les personnes travaillant dans l'agriculture.

La rareté des données d'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture et d'évaluation des mesures de prévention déjà appliquées conduit le CES à recommander de :

- Produire des données d'exposition en considérant la diversité des filières, des tâches, des expositions secondaires et des personnes exposées, en soutenant le développement d'études indépendantes ;
- Favoriser la mise en place d'études visant à évaluer l'efficacité des mesures de prévention sur l'exposition professionnelle aux pesticides en agriculture ;
- Intégrer l'évaluation des expositions des personnes travaillant dans l'agriculture aux pesticides dans les objectifs principaux des enquêtes du ministère de l'agriculture.

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE L'AGENCE

Considérant les travaux du GT « Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture » ainsi que les conclusions du CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens », l'Agence nationale de sécurité sanitaire souligne les recommandations qui suivent. Ces recommandations s'inscrivent dans un cadre général dont la cohérence et la coordination doivent être assurées par les pouvoirs publics. Elles s'adressent à l'ensemble des acteurs concernés par la prévention des risques liés aux pesticides pour les personnes travaillant dans l'agriculture.

Les responsabilités de l'Anses sur la thématique des produits phytopharmaceutiques ont été élargies par la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt du 13 octobre 2014. Cette loi confie de nouvelles missions à l'agence : celle de la délivrance des autorisations de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques et celle de la mise en œuvre d'un dispositif de phytopharmacovigilance. Au 1^{er} juillet 2016, la mission de délivrance des autorisations de mise sur le marché des biocides reviendra également à l'Anses. Ainsi, pour l'ensemble des pesticides à usages réglementés (produits phytopharmaceutiques, produits biocides et médicaments vétérinaires), l'Anses aura un niveau de responsabilité similaire s'agissant de l'évaluation des risques *a priori* et de la délivrance des autorisations de mise sur le marché. Les différentes missions désormais assurées par l'Anses permettront une meilleure articulation entre l'évaluation des risques *a priori* définie dans un contexte réglementaire européen et l'évaluation des risques *a posteriori*, à partir des remontées de terrain.

L'Anses rappelle au préalable les principes fondamentaux du code du travail dont l'objectif explicite est d'éviter les risques *via* en particulier la suppression des dangers pour les travailleurs. Dans ce cadre, la diminution du recours aux pesticides constitue un objectif en soi visant à la réduction de l'exposition professionnelle à ces substances des personnes travaillant dans l'agriculture.

L'Anses préconise plus particulièrement :

- La poursuite, sous l'impulsion des agences européennes concernées, des travaux d'harmonisation des méthodes d'évaluation *a priori* des expositions et des risques dans le cadre des procédures d'autorisation de mise sur le marché pour les substances concernées par plusieurs champs réglementaires en fonction de leurs usages. Ces méthodes d'évaluation doivent également s'inscrire dans une démarche de progrès permanent ;
- La poursuite des travaux relatifs aux mesures de protection collective. Il conviendrait ainsi d'approfondir et d'actualiser les études d'ores et déjà disponibles pour augmenter le nombre et la robustesse des données permettant de mesurer le niveau de protection qu'apportent de façon effective ces protections collectives. L'objectif est de mieux prendre en compte ces données dans les évaluations *a priori* utilisés dans le cadre réglementaire européen pour estimer l'exposition des opérateurs et des travailleurs. Le recours à des protections collectives doit être prioritaire dans le cadre des avis et décisions relatifs aux autorisations de mise sur le marché des pesticides ;
- La poursuite des travaux relatifs à la connaissance de l'efficacité des équipements individuels de protection compatibles avec l'activité des personnes travaillant dans l'agriculture ;
- Le renforcement des actions de conseil et de formation des utilisateurs, menées dans un cadre indépendant. Il s'agit plus particulièrement, lors des formations initiales ou suivies lors de la période d'activité professionnelle, de renforcer les connaissances des acteurs en matière d'opportunité de mise en œuvre, de dangers, de risques ou de sécurité d'utilisation des pesticides ;

- Le renforcement de la description des expositions réelles aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture, afin de consolider tant les évaluations des risques *a priori* que les études épidémiologiques *a posteriori*, mais aussi d'évaluer l'efficacité des mesures de prévention appliquées. Certaines situations d'exposition comme l'exposition en réentrée ou les usages ultramarins et certaines populations sensibles ou vulnérables méritent des efforts particuliers. Les programmes de financement de la recherche, notamment ceux de l'Anses, contribuent à la documentation de ces expositions aux pesticides ;
- Une documentation des expositions devant reposer sur des protocoles standardisés portant tant sur la stratégie d'échantillonnage que sur les outils métrologiques à mettre en œuvre. Un travail spécifique de l'agence est en cours sur ces questions qui concernent à la fois la documentation des expositions des riverains et des professionnels ;
- Le renforcement des travaux relatifs à la connaissance des expositions aux mélanges de pesticides permettant la conduite d'évaluations des risques cumulés dans le cadre des évaluations *a priori* comme *a posteriori* ;
- L'amélioration de l'accessibilité, de la mutualisation, de la valorisation et de la capitalisation des données et des informations de toute nature relatives aux pesticides, notamment celles concernant l'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture. Cette disponibilité est indispensable au progrès des connaissances relatives aux risques pour ces travailleurs et au renforcement de leur prévention. Dans le cadre de la nouvelle mission de phytopharmacovigilance, l'agence a initié la construction d'un dispositif mutualisant les données produites par les différents dispositifs de surveillance et de vigilance déjà existants. Il couvre un large périmètre incluant la santé humaine dont les expositions et les effets chez les personnes travaillant dans l'agriculture, ainsi que la santé animale et plus largement celle des écosystèmes. Les efforts en ce sens devront se poursuivre avec le concours et la forte implication de l'ensemble des organismes participant à la phytopharmacovigilance.

Le Directeur général

Roger GENET

MOTS-CLES

Pesticide, phytopharmaceutique, biocide, médicament vétérinaire, exposition, agriculture, travail, santé, sécurité au travail, prévention, France, revue systématique, épidémiologie, économie, ergonomie, histoire, métrologie, sociologie, toxicologie.

ANNEXE 1 : SUIVI DES ACTUALISATIONS DE L'AVIS

Date	Version	Page	Description de la modification
26/04/2016	1	-	Première version signée de l'avis de l'Anses
Juillet 2016	2	4	<p>Le paragraphe suivant a été ajouté en page 4 :</p> <p><i>« Par ailleurs, à l'issue de cette adoption mais avant publication des travaux, l'Agence a reçu en date du 12 juin 2016 une note traduisant une position minoritaire cosignée par deux experts du groupe de travail relative aux sections 6.2 et 6.4 du volume principal du rapport, note dont la présidente et la vice-présidente du groupe de travail ont également été destinataires. Compte tenu de son arrivée tardive, cette note n'a pas fait l'objet d'une présentation devant le groupe de travail. Le CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » a également été informé de la transmission de cette note lors de sa séance du 16 juin 2016.</i></p> <p><i>Le comité de déontologie et de prévention des conflits d'intérêt de l'Anses a été sollicité sur le principe et les modalités de publication de cette position minoritaire. L'avis de l'Agence, publié ce jour, prend en compte les recommandations formulées par le comité de déontologie et de prévention des conflits d'intérêt, et notamment l'annexion de cette note au rapport d'expertise. Cet ajout n'entraîne aucune modification des conclusions de l'Agence. »</i></p>

Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture

Volume n°1 : volume central

Autosaisine n°2011-SA-0192 « Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture »

RAPPORT d'expertise collective

Comité d'experts spécialisé « Évaluation des risques liés aux milieux aériens »
Groupe de travail « Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture »

Juillet 2016

Mots-clés

Pesticide, phytopharmaceutique, biocide, médicament vétérinaire, exposition, agriculture, travail, santé, sécurité au travail, prévention, France, revue systématique, épidémiologie, économie, ergonomie, histoire, métrologie, sociologie, toxicologie.

Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts externes, membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

GROUPE DE TRAVAIL

Présidente

Mme Catherine LAURENT – Docteur en économie, docteur vétérinaire, Directrice de recherche (Institut national de la recherche agronomique). Spécialités : sciences économiques, interdisciplinarité.

Vice-présidente

Mme Isabelle BALDI – Professeur des universités - Praticien hospitalier (Université de Bordeaux). Spécialités : épidémiologie, expologie.

Membres

M. Gérard BERNADAC – Médecin du travail (Mutualité sociale agricole Languedoc). Spécialités : médecine du travail, prévention des risques professionnels.

Mme Aurélie BERTHET – Chercheure (Institut de santé au travail). Spécialités : toxicologie, expologie.

M. Claudio COLOSIO – Chercheur (Université de Milan). Spécialités : toxicologie, expologie.

M. Alain GARRIGOU – Professeur des universités (Université de Bordeaux). Spécialité : ergonomie, expologie, analyse des risques.

Mme Sonia GRIMBUHLER – Chercheure (Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture). Spécialités : expologie, ergonomie.

Mme Laurence GUICHARD – Ingénieure de recherche (Institut national de la recherche agronomique). Spécialité : agronomie.

Mme Nathalie JAS – Chargée de recherche (Institut national de la recherche agronomique). Spécialité : histoire des sciences.

M. Jean-Noël JOUZEL – Chargé de recherche (Centre national de la recherche scientifique). Spécialité : sociologie.

M. Pierre LEBAILLY – Maître de conférences des universités - habilité à diriger des recherches (Université de Caen-Normandie, Centre François Baclesse). Spécialités : épidémiologie, expologie.

M. Guy MILHAUD – Professeur honoraire (Ecole nationale vétérinaire d'Alfort). Spécialités : toxicologie, expologie.

M. Onil SAMUEL – Conseiller scientifique santé et environnement (Institut national de santé publique du Québec). Spécialités : toxicologie, expologie.

M. Johan SPINOSI – Chef de projets (Institut de veille sanitaire). Spécialités : épidémiologie, expologie.

M. Pierre WAVRESKY – Ingénieur d'études (Institut national de la recherche agronomique). Spécialités : statistiques.

Les experts suivants ont démissionné du groupe de travail et n'ont pas contribué au présent rapport :

M. Jack BERNON – Responsable du département Santé et travail (Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail). Spécialité : ergonomie.

M. Patrick BROCHARD – Professeur des universités - praticien hospitalier (Université Bordeaux 2). Spécialités : épidémiologie, médecine du travail.

Mme Laurence GULDNER – Chef de projets (Institut de veille sanitaire). Spécialités : épidémiologie, biométrie.

Mme Delphine TEIGNE – Chargé de mission (Conservatoire national des arts et métiers, Institut d'hygiène industrielle et de l'environnement - Sécurité sanitaire de l'environnement et du travail). Spécialités : ergonomie, expologie.

RAPPORTEURS

Relecture du rapport

Mme Florence JACQUET – Ingénieur agronome, Docteur en économie, Directrice de recherche (Institut national de la recherche agronomique). Spécialité : économie de la production agricole.

M. Jean-Ulrich MULLOT – Pharmacien (Service de santé des armées) – Spécialités : chimie analytique, évaluation des risques sanitaires environnementaux et professionnels.

COMITÉ D'EXPERTS SPÉCIALISÉ

Les travaux, objets du présent rapport ont été suivis et adoptés par le CES suivant :

- CES « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » – 13 septembre 2012, 13 décembre 2012, 25 juin 2013, 4 avril 2014, 9 janvier 2015, 23 avril 2015, 11 juin 2015, 9 juillet 2015, 3 septembre 2015, 15 octobre 2015.

Président

M. Christophe PARIS – Professeur des universités, praticien hospitalier (Université de Lorraine EA7298 INGRES – Centre hospitalier universitaire de Nancy). Spécialités : épidémiologie des risques professionnels, pathologies professionnelles.

Vice-présidente

Mme Séverine KIRCHNER – Directrice adjointe de la Direction santé confort (Centre scientifique et technique du bâtiment), coordinatrice de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur – Spécialités : chimie et pollution de l'atmosphère, air intérieur, expologie.

Membres

M. Gilles AYMOZ – Chef de service qualité de l'air (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) - Spécialités : physico-chimie de l'atmosphère, rejets atmosphériques (Démission le 24 mars 2016).

Mme Armelle BAEZA – Professeur des universités (Université Paris Diderot) – Spécialité : toxicologie.

M. Claude BEAUBESTRE – Chef de département (Laboratoire d'hygiène de la ville de Paris) - Spécialités : pollution de l'air intérieur, microbiologie.

M. Olivier BLANCHARD – Enseignant chercheur (École des hautes études en santé publique) – Spécialités : évaluation des risques sanitaires, pollution atmosphérique, qualité de l'air intérieur.

Mme Nathalie BONVALLOT – Enseignant chercheur (École des hautes études en santé publique) – Spécialités : toxicologie, évaluation des risques sanitaires.

M. Patrick BROCHARD – Professeur des universités, praticien hospitalier (Université Bordeaux II – Centre hospitalier universitaire de Bordeaux) – Spécialités : médecine du travail, évaluation des risques sanitaires, agents polluants.

M. Denis CHARPIN – Professeur des universités, praticien hospitalier (Aix Marseille Université) – Spécialités : médecine, agents polluants et allergènes, épidémiologie des risques liés à l'environnement.

M. Jean-Dominique DEWITTE - Professeur des universités, praticien hospitalier (Université de Brest) – Spécialités : Santé travail, pneumologie.

Mme Émilie FREALLE – Praticien hospitalier (Centre hospitalier régional universitaire de Lille) – Spécialités : Écologie microbienne de l'air, microbiologie analytique, évaluation et prévention du risque microbiologique, surveillance de l'environnement intérieur.

M. Philippe GLORENNEC – Enseignant chercheur (École des hautes études en santé publique – Institut de recherche sur la santé, l'environnement et le travail, UMR Inserm 1085) – Spécialités : expologie, évaluation des risques sanitaires.

Mme Muriel ISMERT – Responsable unité impact sanitaire et exposition (Institut national de l'environnement industriel et des risques) – Spécialités : écotoxicologie, évaluation des risques sanitaires, qualité de l'air intérieur (Démission le 26 novembre 2014).

M. Eddy LANGLOIS – Ingénieur, responsable de laboratoire (Institut national de recherche et de sécurité) – Spécialités : métrologie des polluants, air des lieux de travail (santé travail), surveillance et méthodes d'analyse.

Mme Danièle LUCE – Directrice de recherche (Institut national de la santé et de la recherche médicale) – Spécialités : Épidémiologie, santé travail.

Mme Christelle MONTEIL – Enseignant-chercheur (Université de Rouen) – Spécialités : toxicologie.

Mme Anne OPPLIGER – Chef de projets (Institut universitaire romand de santé au travail) – Spécialités : Santé travail, bioaérosols.

M. Loïc PAILLAT – Ingénieur, responsable technique (Laboratoire central de la préfecture de police) – Spécialités : métrologie des polluants, air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail.

Mme Mathilde PASCAL – Chargée de projets (Institut de veille sanitaire) – Spécialités : épidémiologie, santé environnement, air et climat.

M. Emmanuel RIVIERE – Directeur adjoint (Association pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en Alsace) – Spécialités : Méthode d'analyse et de surveillance, modélisation des émissions, évaluation de l'exposition.

Mme Sandrine ROUSSEL – Ingénieur hospitalier (Centre hospitalier régional universitaire de Besançon) – Spécialités : microbiologie, pathologies respiratoires et allergiques, microorganisme de l'environnement.

M. Rémy SLAMA – Directeur de recherche (Institut national de la santé et de la recherche médicale) – Epidémiologie environnementale, reproduction et fertilité, santé des enfants, milieux aériens et environnement, perturbateurs endocriniens

PARTICIPATION ANSES

Coordination scientifique

M. Ohri YAMADA – Direction de l'évaluation des risques (DER)

Mme Anita VIGOUROUX-VILLARD – Direction de l'évaluation des risques (DER)

M. Guillaume BOULANGER – Direction de l'évaluation des risques (DER)

Mme Mathilde MERLO – Direction de l'évaluation des risques (DER)

Contribution scientifique

Mme Hélène AMAR – Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV)

M. Henri BASTOS – Direction de l'évaluation des risques (DER)

Mme Françoise BOUNEB – Direction de l'évaluation des produits réglementés (DEPR)

Mme Paule CARNAT-GAUTIER – Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV)

Mme Chloé DE LENTDECKER – Direction de l'évaluation des produits réglementés (DEPR)

M. Jérémy DE SAINT-JORES – Direction de l'évaluation des produits réglementés (DEPR)

M. Thierry GODARD – Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV)

Mme Sylviane LAURENTIE – Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV)

Mme Mélina LE BARBIER – Mission alertes et veille sanitaire (MAVS)

M. Jean-Pierre ORAND – Agence nationale du médicament vétérinaire (ANMV)

M. Florian PONTIN – Mission alertes et veille sanitaire (MAVS)

Mme Marie-Odile RAMBOURG – Direction de l'évaluation des produits réglementés (DEPR)

M. Josselin RETY – Direction de l'évaluation des risques (DER)

Mme Maylis TELLE-LAMBERTON – Direction de l'évaluation des risques (DER)

M. Benoît VERGRIETTE – Direction de l'information, de la communication et du dialogue avec la Société (DICODIS)

Secrétariat administratif

Mme Sophia SADDOKI – Direction de l'évaluation des risques (DER)

AUDITION DE PERSONNALITÉS EXTÉRIEURES

Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL) – 20 septembre 2012

Mme Franziska ZAVAGLI

Université de Montréal – 8 novembre 2012

M. Claude EMOND (président du GT de l'Anses sur les perturbateurs endocriniens)

Mage Consultant – 22 janvier 2013

M. Christian MAGE (gérant)

Société nationale groupements techniques vétérinaires (SNGTV) – 22 janvier 2013

M. Pierre AUTEF (président de la commission ovine)

School of Medicine, Cardiff University – 21 mars 2013

M. Huw REES (honorary senior clinical lecturer in occupational medicine)

TNO (Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek / Netherlands Organisation for Applied Scientific Research) – 16 mai 2013

Mme Rianda GERRITSEN

Caisse centrale de la Mutualité sociale agricole (CCMSA) – 19 septembre 2013

M. Yves COSSET (médecin chef de l'échelon national de santé-sécurité)

Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt – 15 novembre 2013

M. Olivier BRIAND, Mme Emmanuelle SOUBEYRAN (chef de service à la Direction générale de l'alimentation)

Phyto-Victimes – 23 janvier 2014

M. Paul FRANCOIS (président), M. Antoine LAMBERT (administrateur), Ophélie ROBINEAU (chargée de mission)

Institut national de la recherche agronomique (Inra) – 24 janvier 2014

M. Jean BOIFFIN (président du comité des experts d'Ecophyto 2018)

Union des industries de la protection des plantes (UIPP) – 24 janvier 2014

Mme Isabelle DELPUECH (Syngenta Agro), M. Pierre DUCHATEAU (Dupont De Nemours), M. Fabrice GODET (Bayer CropScience), Mme Emilie RENAUD (Dow AgroSciences), M. Michel URTIZBEREA (BASF Agro), M. Ronan VIGOUROUX (UIPP)

Groupement de défense sanitaire – 25 septembre 2014

M. Jean-Jacques EVARD (responsable du GDS du Lot), M. David MALZIEU (animateur du Réseau Farago), Mme Anne TOURATIER (adjointe au directeur de GDS France)

SOMMAIRE

Présentation des intervenants	3
Liste des tableaux.....	13
Liste des figures	13
Sigles et abréviations	14
1 Introduction	18
1.1 Contexte.....	18
1.2 Définition du périmètre des « pesticides »	21
1.3 Définition de la population des personnes travaillant dans l'agriculture.....	23
1.4 Le concept d'exposition	25
1.4.1 Définition du concept	25
1.4.2 La mesure des expositions	25
1.4.3 Une approche globale des expositions professionnelles.....	26
1.4.4 Le cas des expositions professionnelles aux pesticides	27
2 Démarche des travaux d'expertise	28
2.1 Objet de l'autosaisine	28
2.2 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre (Anses, CES, GT, rapporteur(s)) et organisation.....	29
2.3 Prévention des risques de conflits d'intérêts	29
2.4 Cadrage de l'expertise	29
2.5 Revue des données de la littérature sur les situations françaises	30
2.6 Données issues des dispositifs de surveillance médicale.....	31
2.7 Études de cas	31
2.8 Les statistiques agricoles.....	32
2.9 La littérature scientifique sur les situations étrangères.....	33
2.10 Les données d'exposition et évaluation réglementaire.....	33
2.11 Moyens de réduction et recommandations	33
3 Informations disponibles sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture dans les situations françaises ...	34
3.1 Dénombrement et caractéristiques de la population agricole	34
3.2 Informations issues de la littérature sur la France	44
3.2.1 Introduction	44
3.2.2 Démarche adoptée pour la revue de la littérature scientifique	45
3.2.2.1 Revues de plusieurs points de vue disciplinaires	45
3.2.2.2 Bases de données explorées pour la littérature scientifique	46
3.2.2.3 Sélection des articles	46
3.2.3 Revue systématique des articles scientifiques disponibles dans le domaine de la mesure de l'exposition (métrologie).....	48
3.2.4 Revue systématique des articles scientifiques disponibles dans le domaine de l'épidémiologie	50
3.2.4.1 Contenu et analyse	50
3.2.4.1.1 Études sur les troubles de la reproduction	51

3.2.4.1.2	Études sur les maladies neurologiques	51
3.2.4.1.3	Études sur les cancers	51
3.2.4.1.4	Études utilisant des biomarqueurs de génotoxicité	52
3.2.4.1.5	Études sur les maladies respiratoires	52
3.2.4.2	Synthèse dans le domaine de l'épidémiologie	52
3.2.5	Revue systématique des articles scientifiques disponibles dans le domaine de l'ergonomie	54
3.2.6	Revue systématique des articles scientifiques disponibles dans le domaine des sciences humaines et sociales dont l'économie	59
3.2.7	Conclusions générales de la revue de la littérature sur la France	62
3.2.7.1	Un nombre limité d'études	62
3.2.7.2	Des enseignements importants	63
3.2.7.3	Vers l'international ?	64
3.3	Informations disponibles dans les dispositifs de vigilance, dans les tableaux de maladies professionnelles, dans l'enquête SUMER, et dans les matrices emplois/expositions ou cultures/expositions	65
3.3.1	Le Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles (RNV3P)	65
3.3.1.1	Cas des CCPP	65
3.3.1.2	Cas des SST	65
3.3.2	Réseau Phyt'attitude de la Mutualité sociale agricole	66
3.3.2.1	Fonctionnement	66
3.3.2.2	Les signalements entre 2008 et 2010	66
3.3.3	Informations disponibles dans les tableaux de maladies professionnelles	67
3.3.4	Informations disponibles dans l'enquête SUMER	68
3.3.5	Informations disponibles dans les matrices emplois/expositions ou cultures/expositions	69
3.3.5.1	Matrice viticulture dans le département de l'Hérault (Daures <i>et al.</i> , 1993)	70
3.3.5.2	Matrice culture exposition Pestimat (Baldi <i>et al.</i> , 2015)	70
3.3.5.3	Matrice cultures-expositions Matphyto (Spinosi et Févotte, 2008)	71
3.4	Informations disponibles dans le cadre de l'homologation	72
3.5	Informations disponibles dans les statistiques agricoles	73
3.6	Informations provenant d'auditions d'acteurs éclairés	80
3.6.1	Opinions sur les expositions professionnelles dans l'ensemble de l'agriculture	80
3.6.2	Opinions spécifiques à la réentrée en arboriculture	81
3.6.3	Opinions spécifiques à l'élevage ovin	82
3.6.3.1	L'appréciation portée sur les expositions aux pesticides	82
3.6.3.2	La perception des risques liés aux expositions aux pesticides et les réactions afférentes	84
4	Informations disponibles sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture pour d'autres productions agricoles et dans les situations étrangères, question de l'extrapolation .	86
4.1	Approche bibliométrique générale	87
4.1.1	Méthode	87
4.1.2	Résultats	87
4.1.3	Discussions	90
4.2	Approche exploratoire de la littérature internationale dans le domaine de la métrologie et de l'épidémiologie par analyse de rapports de synthèse et de résumés d'articles	90
4.2.1	Littérature internationale dans le domaine de l'épidémiologie	90
4.2.1.1	Expertise collective Inserm « Pesticides et santé » de 2013	91
4.2.1.2	Revue « EFSA » 2013-EN-497 Pesticide epidemiology	93
4.2.1.3	Recherche exploratoire concernant la littérature épidémiologique internationale	95
4.2.1.4	Éléments de synthèse sur la mesure de l'exposition dans la littérature épidémiologique française et internationale	96

4.2.2	Extrapolation concernant les données météorologiques	97
4.2.2.1	Analyse des résumés identifiés sur la base Pubmed	98
4.2.2.2	Rapport de l'EFSA PPR/2007/01 « Project to assess current approaches and knowledge with a view to develop a Guidance Document for pesticides exposure assessment for workers, operators, bystanders and residents »	101
4.2.2.3	Browse project (EU 7th Framework Programme, 265307)	103
4.2.2.4	Synthèse des données météorologiques françaises et internationales	103
4.3	Extrapolation des constats : les enseignements des études de cas.....	105
4.3.1	Les études de cas comme outils de validation de l'extrapolation des données de la revue de littérature internationale aux situations françaises.....	105
4.3.2	Les difficultés de l'extrapolation	105
4.3.3	L'intérêt des revues de littérature internationale	107
4.3.4	Aller au-delà des apparences	109
4.4	Conclusion.....	110
5	Les déterminants de l'exposition	112
5.1	Des déterminants de différentes natures	112
5.2	Diversité des populations exposées.....	113
5.3	Production, capitalisation, accessibilité des informations pour évaluer les risques et planifier la prévention	113
5.4	Conception des systèmes de production agricole	114
5.5	Moyens de prévention prescrits, matériel agricole, EPI, bonnes pratiques.....	115
5.6	Politiques publiques	116
5.7	Importance de l'histoire	117
5.8	Conclusion.....	118
6	Moyens actuels de réduction des expositions et/ou des risques	119
6.1	Réduction d'usage	120
6.1.1	Efficienc, substitution, reconception : trois grandes logiques d'intervention	120
6.1.2	Logiques d'intervention et expositions potentielles des personnes travaillant en grandes cultures ..	122
6.1.3	Généralisation de la réflexion sur les effets des diverses stratégies de réduction des produits phytopharmaceutiques.....	125
6.1.4	Techniques susceptibles d'entraîner une augmentation de l'usage de pesticides	126
6.1.4.1	La réduction du recours au labour	126
6.1.4.2	Les OGM comme solution pour réduire l'usage de produits phytopharmaceutiques ?.....	127
6.2	L'homologation	127
6.2.1	La suppression du danger à la source.....	128
6.2.2	La réduction des expositions	128
6.2.2.1	L'adéquation des recommandations relatives à l'exposition aux réalités du terrain	128
6.2.2.2	La transparence de l'information pour les acteurs aval	131
6.2.3	Conclusion	132
6.3	Matériel de traitement et exposition aux pesticides	132
6.3.1	Matériel de traitement et santé des travailleurs.....	132
6.3.2	Matériel agricole et exposition aux pesticides : données de terrain	135
6.3.3	Contrôle des pulvérisateurs	136
6.3.4	Principaux constats.....	137
6.4	Le rôle des EPI dans la protection des expositions aux pesticides	138
6.4.1	Évaluation <i>pre-marketing</i> , la place des EPI dans l'AMM des produits phytopharmaceutiques	139

6.4.2 Évaluations <i>post-marketing</i> , les enseignements de la littérature scientifique sur les EPI protégeant des produits phytopharmaceutiques	140
6.4.2.1 Port des EPI en situation réelle	141
6.4.2.2 Efficacité de la protection conférée par le port des EPI	142
6.4.3 Conclusion	144
6.5 Le conseil aux personnes travaillant dans l'agriculture pour prévenir le risque chimique	146
6.5.1 Le système de connaissance et d'information agricole	146
6.5.2 Le conseil	148
6.5.2.1 Trois types de conseillers	148
6.5.2.2 Plusieurs sources de difficulté	149
6.5.3 La formation	151
6.5.3.1 Formation dans les établissements formant aux métiers de l'agriculture	151
6.5.3.2 Certiphyto	152
6.5.4 International	153
6.5.4.1 L'Union européenne	153
6.5.4.2 L'exemple du Québec : Les stratégies de réduction des risques associés à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques	154
6.5.4.2.1 <i>La stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture</i>	154
6.5.4.2.2 <i>IRPeQ et SAgE pesticides</i>	155
6.5.4.2.3 <i>Les services conseils « non liés »</i>	156
7 Enseignements sur l'interdisciplinarité.....	158
7.1 Pluralité des approches	158
7.2 Des points de vue absents	158
7.3 Relier des domaines d'investigation fragmentés.....	159
7.4 Mieux préciser les limites de validité des connaissances disponibles et mise à l'épreuve de la fiabilité des expertises	160
7.5 Composer avec les dispositifs matériels et institutionnels propres à chaque discipline	160
7.5.1 Dispositifs matériels	160
7.5.2 Dispositifs institutionnels et fragmentation des connaissances.....	161
8 Conclusions et recommandations du groupe de travail.....	162
8.1 Conclusions.....	162
8.2 Recommandations	163
9 Bibliographie.....	174
9.1 Publications.....	174
9.2 Normes.....	188
9.3 Législation et réglementation.....	188
ANNEXES	191
Annexe 1 : Lettre d'autosaisine	192
Annexe 2 : Trois réglementations relatives à l'autorisation de mise sur le marché des pesticides utilisés en agriculture : produits phytopharmaceutiques, biocides et médicaments vétérinaires – Prise en compte de la protection des utilisateurs professionnels.....	195

Annexe 3 : Synthèse des analyses des articles scientifiques retenus	201
Annexe 4 : Position minoritaire exprimée par deux experts du groupe de travail	213

Liste des tableaux

Tableau 1 : Dénombrement de la main-d'œuvre active dans l'agriculture en 2010.....	23
Tableau 2 : Différentes situations d'activités d'une personne physique ayant une activité agricole en France	36
Tableau 3 : Dénombrement de la main-d'œuvre active dans l'agriculture 2000-2010 et évolution du nombre d'UTA entre 1979 et 2010.....	40
Tableau 4 : Nombre de personnes physiques ayant eu un CDD dans l'agriculture en 2013 par catégorie de risque « accidents du travail » (France métropolitaine).....	41
Tableau 5 : Grille de sélection des résumés	46
Tableau 6 : Distribution des documents répondant aux critères d'inclusion par domaine disciplinaire	48
Tableau 7 : Extrait de la matrice (Fabbro-Peray, 1997)	70
Tableau 8 : Extrait de la table « Organophosphorés en Viticulture ». Matrice PESTIMAT (Blanc-Lapierre <i>et al.</i> , 2013)	71
Tableau 9 : Extrait de la matrice (Spinosi et Févotte, 2009)	72
Tableau 10 : Diversité des productions au sein des exploitations.....	79
Tableau 11 : Estimation de l'intensité des contacts avec le végétal en production de pommes	82
Tableau 12 : Résultats de l'approche bibliométrique	87
Tableau 13 : Algorithmes testés pour la recherche bibliographique sur l'épidémiologie	95
Tableau 14 : Algorithmes testés pour la recherche bibliographique sur la métrologie	98
Tableau 15 : Répartition des études en fonction des systèmes de production et des tâches documentées, à partir des informations disponibles dans le résumé	101
Tableau 16 : Nombre d'articles retenus dans les revues de la littérature internationales.....	105
Tableau 17 : Efficacité des stratégies de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques sur les expositions potentielles des opérateurs.....	123
Tableau 18 : Exigences de la directive 2009/127/CE concernant les machines destinées à l'application de produits phytopharmaceutiques (directive 2009/127/CE).....	133
Tableau 19 : Proportion d'appareils concernés par les principaux défauts enregistrés.....	137
Tableau 20 : Articles scientifiques retenus concernant les études d'exposition (avec mesures de pesticides)	201
Tableau 21 : Articles scientifiques retenus en épidémiologie.....	202
Tableau 22 : Articles scientifiques retenus en ergotoxicologie.....	209
Tableau 23 : Articles scientifiques retenus en sciences humaines et sociales	210

Liste des figures

Figure 1 : Principales étapes de la revue systématique.....	47
Figure 2 : Nombre de produits phytopharmaceutiques utilisés dans une parcelle de colza (Source : Enquête pratiques culturales colza, 2011, traitement spécial Anses (Laurent <i>et al.</i> , 2014b)	78
Figure 3 : Résultats de la requête « Pesticides ET Exposition ».....	88
Figure 4 : Résultats de la requête « Pesticides ET Epidémiologie »	89
Figure 5 : Résultats de la requête « Pesticides ET Ergonomie ».....	89
Figure 6 : Recherche bibliographique EFSA sur santé et pesticides	94
Figure 7 : Nombre de publications internationales en fonction de l'année de parution	99
Figure 8 : Répartition géographique des études métrologiques	99
Figure 9 : Répartition géographique des études en champ	100

Sigles et abréviations

ACTA	Association de coordination technique agricole
AEL	<i>Acceptable Exposure Level</i> = Niveau d'exposition acceptable
AKIS (SCIA)	<i>Agricultural Knowledge and Innovation Systems</i> = Systèmes de connaissance et d'information agricole
AMM	Autorisation de mise sur le marché
ANACT	Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail
AOEL	<i>Acceptable Operator Exposure Level</i> = Niveau d'exposition acceptable pour l'opérateur
AOEM	<i>Agricultural Operator Exposure Model</i> = Modèle d'exposition acceptable pour l'opérateur
APCA	Assemblée permanente des Chambres d'agriculture
ARfD	<i>Acute Reference Dose</i> = Dose de référence aiguë
BPA	Bonnes pratiques agricoles
BVA	Brulé Ville et Associés
CCAE	Club-conseil en agroenvironnement
CCPP	Centre de consultation de pathologies professionnelles
CDD	Contrat à durée déterminée
CDI	Contrat à durée indéterminée
CEHTRA	<i>Consultancy for Environmental & Human Toxicology and Risk Assessment</i> = <i>Cabinet de conseils pour l'environnement et la toxicologie humaine et l'évaluation des risques</i>
CES	Comité d'experts spécialisé
CET	Club d'encadrement technique
CHU	Centre hospitalier universitaire
CIERA	Centre interdisciplinaire d'études et de recherches sur l'Allemagne
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CIVI	Commission d'indemnisation des victimes d'infraction pénale
CLP	Classification, Labelling, Packaging
CMR	Cancérogène, mutagène et reprotoxique
COSMAP	Commission supérieure des maladies professionnelles en agriculture
COV	Composé organique volatil
CRD	Convention de recherche et développement
CTIFL	Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes
CUMA	Coopérative d'utilisation de matériel agricole

DARES	Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques
DGER	Direction générale de l'enseignement et de la recherche
DGT	Direction générale du travail
DISAR	Diffusion interactive des statistiques agricoles de référence
DJA	Dose journalière acceptable
DRASSB	Direction régionale des affaires sanitaires et sociales de Bretagne
DROM COM	Départements et régions et collectivités d'outre-mer
EA	Exploitation agricole
EChA	<i>European Chemical Agency</i> = Agence européenne des produits chimiques
ECPA	<i>European Crop Protection Association</i> = Association européenne de la protection des plantes
Efsa	<i>European Food Safety Agency</i> = Agence européenne de sécurité des aliments
EPI	Équipement de protection individuelle
EU OSHA	<i>European Agency for Safety and Health at Work</i> = Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> = Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
FDS	Fiche de données de sécurité
(FN)GDS	(Fédération nationale des) groupements de défense sanitaire
GIP	Groupement d'intérêt public
GT	Groupe de travail
IAA	Industrie agroalimentaire
IFT	Indicateur de fréquence de traitements
Inra	Institut national de la recherche agronomique
INRS	Institut national de recherche et de sécurité
Inserm	Institut national de la santé et de la recherche médicale
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
InVS	Institut de veille sanitaire
IPCS	<i>International Programme on Chemical Safety</i> = Programme international de sécurité chimique
IReSP	Institut de recherche en santé publique
IRPeQ	Indicateur de risque des pesticides du Québec
Irstea	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
ISEA	<i>International Society for Exposure Analysis</i> = Société internationale des analyses d'exposition

ITA	Institut technique agricole
LMR	Limite maximale de résidus
MAAF	Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt
MAAPRAT	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire
MAEt	Mesures agroenvironnementales territorialisées
MAPAQ	Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêcheries
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
MEDDTL	Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement
(CC)MSA	(Caisse centrale de la) Mutualité sociale agricole
NODU	Nombre de doses unités
NRC	<i>National Research Council = Conseil national de la recherche</i>
NTIC	Nouvelles technologies de l'information et de la communication
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OFII	Office français de l'immigration et de l'intégration
OGM	Organisme génétiquement modifié
OMI	Office des migrations internationales
Onema	Office national de l'eau et des milieux aquatiques
ONG	Organisation non-gouvernementale
OTEX	Orientation technico-économique des exploitations
PAC	Politique agricole commune
PACA	Provence-Alpes-Côte d'Azur
PHED	<i>Pesticide Handlers Exposure Database</i> = Base de données sur l'exposition des gestionnaires de pesticides
PBS	Production brute standard
PK	Pratiques culturales
PPP	Produit phytopharmaceutique
PRT	Pathologies en relation avec le travail
PST	Problèmes de santé au travail
PVC	Polychlorure de vinyle
QSA	Quantité de substances actives
R(G)A	Recensement (général) de l'agriculture
RCP	Résumé des caractéristiques du produit
RESE	Réseau d'échange en santé et environnement

RICA	Réseau d'information comptable agricole
RNV3P	Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles
SAgE	Santé, agriculture et environnement
SAU	Surface agricole utile
SCA	Systèmes de conseil nationaux
SHS	Sciences humaines et sociales
SMS	<i>Short Message Service</i> = service de messages courts
SP(QA)	Stratégie phytosanitaire (québécoise en agriculture)
SSP	Service de la statistique et de la prospective
SST	Santé et sécurité au travail
SUMER	Surveillance médicale des risques professionnels
SWZ	<i>Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid</i> = Ministère des Affaires sociales et du Travail (Pays-Bas)
TNO	<i>Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek</i> = Organisation hollandaise pour la recherche scientifique appliquée
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
UE	Union européenne
UIPP	Union des industries de la protection des plantes
UK POEM	United Kingdom Predictive Operator Exposure Model = Modèle prédictif de l'exposition de l'opérateur du Royaume-Uni
UMR	Unité mixte de recherche
Umrestte	Unité mixte de recherche épidémiologique et de surveillance transport travail environnement
URCAMB	Union régionale des caisses d'assurance maladie de Bretagne
US EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i> = Agence américaine de protection de l'environnement
UTA	Unité de travail annuel
VLEP	Valeur limite d'exposition professionnelle

1 Introduction

1.1 Contexte

De nombreuses études épidémiologiques réalisées auprès de groupes de personnes travaillant dans le secteur agricole mettent en évidence une association entre les expositions aux pesticides et certaines pathologies chroniques. Une expertise collective de l'INSERM (2013) a récemment synthétisé la littérature épidémiologique et toxicologique dans ce domaine à l'échelle internationale, de manière à proposer des niveaux de présomption concernant le lien entre expositions aux pesticides et différentes pathologies, parmi lesquelles figurent notamment certains cancers (hémopathies malignes, cancers de la prostate, tumeurs cérébrales, cancers cutanés...), certaines maladies neurologiques (maladie de Parkinson, maladie d'Alzheimer, troubles cognitifs...), et certains troubles de la reproduction et du développement. D'autres pathologies suscitent également des interrogations telles que les maladies respiratoires, les troubles immunologiques, les pathologies endocriniennes. De plus, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a défini en 2014 des priorités d'évaluation scientifique pour une quinzaine de pesticides sur la période 2015-2019, en considérant notamment que des données scientifiques nouvelles concernant des effets sur l'homme de ces substances avaient été produites (IARC, 2014).

En France, les personnes travaillant dans l'agriculture et potentiellement exposées aux pesticides constituent une population importante. En 2010, le recensement de l'agriculture dénombrait plus d'un million de personnes ayant une activité régulière en agriculture, auxquelles doivent être ajoutées plusieurs centaines de milliers de travailleurs non permanents ainsi que plusieurs dizaines de milliers de stagiaires. Ces effectifs s'accroissent considérablement si les retraités ayant travaillé sur des exploitations agricoles, qui ont potentiellement été exposés au cours de leur vie active, sont également pris en compte : il y a actuellement plus de deux retraités pour chaque actif dans le secteur agricole (MSA, 2013).

L'agriculture française s'organise autour de nombreux systèmes de production, depuis les grandes cultures et l'élevage intensif présents dans tout le nord de l'Europe, jusqu'aux productions méditerranéennes et tropicales dans les Outre-Mer. Avec une production dont la valeur était estimée à 75 milliards d'euros en 2013, l'agriculture française restait la première d'Europe (Graphagri, 2014). La France est l'un des pays européens où il se vend le plus de pesticides. À titre d'illustration, les seuls produits phytopharmaceutiques représentent près de 3 000 spécialités commerciales et plus de 60 000 tonnes de substances ont été vendues chaque année depuis 2009 d'après les déclarations de vente issues de la redevance et publiées annuellement dans le cadre du plan Ecophyto 2018. Ce chiffre n'inclut pas la totalité des distributeurs et ne comprend pas le traitement des semences, ni les substances biocides ou les antiparasitaires utilisés sur animaux. Cette consommation est liée à l'importance du secteur mais l'analyse des données du Réseau d'information comptable agricole (RICA) montre aussi que, à orientation productive équivalente, la France est l'un des pays d'Europe où les dépenses en produits phytopharmaceutiques par hectare sont les plus élevées (RICA, 2012).

Dans ce contexte, suite au Grenelle de l'environnement fin 2007, le plan Ecophyto 2018 a été mis en place pour réduire et sécuriser l'utilisation des produits phytopharmaceutiques y compris pour des usages non agricoles. L'un de ses objectifs était de diviser par deux, si possible, l'usage de produits phytopharmaceutiques avant 2018. Ce plan est ensuite devenu une des composantes de la mise en œuvre en France de la directive 2009/128/CE « *instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable* » et imposant des plans d'action nationaux de réduction des pesticides. En 2011, le plan Ecophyto a été amendé par un neuvième axe dédié au renforcement de la sécurité pour les utilisateurs, notamment *via* les actions suivantes : sécuriser les matériels de pulvérisation et

adapter les équipements de protection individuelle, sécuriser les conditions de manipulation des pesticides, renforcer la veille sanitaire.

Mais le bilan 2013 d'Ecophyto montre que la question de l'usage, et donc des expositions potentielles associées, reste d'actualité. Au niveau national, le recours aux produits phytopharmaceutiques a augmenté de 5 % en moyenne entre 2009 et 2013 (MAAF, 2014). Une analyse de l'évolution de l'indicateur de référence NODU (nombre de doses unités)¹ par catégories de produits montre que cet accroissement est dû à une augmentation du recours aux fongicides, et surtout aux herbicides, alors que le recours aux insecticides a diminué. Sur la base de ce constat, un second plan Ecophyto a été publié en octobre 2015.

Si la réduction du recours aux pesticides en agriculture a été largement discutée en France en raison de leur impact négatif sur l'environnement, les enjeux de santé professionnelle revêtent également une importance majeure.

Jusqu'à une date récente, seuls quelques tableaux de maladies professionnelles du régime agricole de la Sécurité sociale concernaient prioritairement ou exclusivement les pathologies aiguës ou chroniques en lien avec des pesticides, par exemple, le tableau 10 relatif à l'arsenic et ses composés minéraux ou le tableau 11 comprenant notamment les insecticides organophosphorés. Au début des années 2010, le ministère chargé de l'agriculture a cependant confié à sa Commission supérieure des maladies professionnelles en agriculture (Cosmap) une mission consistant à actualiser les tableaux en fonction des nouvelles connaissances sur les liens entre pesticides et santé des personnes travaillant en agriculture. Les travaux de la Cosmap ont débouché sur l'établissement du tableau n° 58 reconnaissant le lien entre l'exposition professionnelle aux pesticides et la maladie de Parkinson (décret n° 2012-665 du 4 mai 2012 révisant et complétant les tableaux des maladies professionnelles en agriculture annexés au livre VII du code rural et de la pêche maritime) et du tableau 59 sur les hémopathies malignes provoquées par les pesticides (décret n° 2015-636 du 5 juin 2015 révisant et complétant les tableaux de maladies professionnelles annexés au livre VII du code rural et de la pêche maritime).

Les procès civils, les recours à la CIVI (Commission d'indemnisation des victimes d'infractions) et la création en 2011 d'une association de victimes (Phyto-victimes) attestent que les effets des pesticides sur la santé des personnes travaillant dans l'agriculture sont devenus un sujet de préoccupation et de mobilisation en France. Les résultats des consultations sur ce thème réalisées récemment par l'Assemblée nationale (Gatignol et Etienne, 2010) et le Sénat (Bonnefoy, 2012) le soulignent également.

En complément d'Ecophyto, d'autres plans évoquent directement la question des expositions aux pesticides. Ainsi, le plan national santé environnement 2015-2019 dans la continuité du précédent, via notamment l'action 30 recommande de documenter les expositions des populations vivant à proximité des zones d'application des pesticides avec un focus sur les expositions dans les exploitations pour les agriculteurs et leur famille. Le plan santé travail (PST) n° 3 (2016-2020) prévoit de donner la priorité à la prévention des expositions professionnelles aux substances chimiques CMR (cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques) et perturbateurs endocriniens, incluant les pesticides. Il vise également à améliorer la prise en compte de la poly-exposition et cibler certaines filières professionnelles particulièrement exposées aux risques cumulés, en particulier la

¹ Le « NOmbre de Doses Unités » (NODU) est un indicateur calculé à partir des déclarations obligatoires de vente des produits soumis à la redevance pour pollutions diffuses. Le NODU exprime les quantités de produits phytosanitaires en termes de doses unitaires de substances actives appliquées (et non de poids). Appréhender les produits commerciaux par leur dose d'homologation et non leur poids permet de s'exonérer d'une vision fondée sur un tonnage globale de pesticide qui surestime l'importance des substances actives les plus lourdes. Cela permet aussi de tenir compte des utilisations de produits à dose réduite ou localisées, mais aussi de pouvoir sommer dans un même programme des produits aux caractéristiques très différentes.

filère agricole, et à soutenir et accompagner la substitution en lien avec le plan Ecophyto II pour l'utilisation de substances moins dangereuses. Enfin, le nouveau plan santé-sécurité au travail 2016-2020 de la MSA poursuit le développement de la prise en compte du risque chimique, notamment phytosanitaire, dans les entreprises agricoles en ciblant les expositions aux produits CMR pour être en cohérence avec la politique européenne de prévention des risques professionnels, les orientations du PST 3 (2015-2019), les orientations du plan Ecophyto II, les plans nationaux cancer et santé environnement.

Mais, dans le même temps, les plans nationaux, les travaux conduits dans ces différentes instances, comme les informations disponibles dans la littérature ou la récente expertise collective de l'Inserm sur les effets sur la santé des pesticides (INSERM, 2013), soulignent unanimement le déficit de données sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture en France. L'Autorité européenne de sécurité des aliments (Efsa) qui a également commandé une revue des études épidémiologiques disponibles et une analyse des associations avec ces pathologies chroniques (Ntzani *et al.*, 2013) conclut aussi à la rareté des données d'exposition.

Dans ce contexte, l'Anses s'est autosaisie le 20 juillet 2011 pour mener une expertise collective visant à « identifier, évaluer et caractériser les expositions à risque des travailleurs agricoles aux pesticides dans l'agriculture afin de proposer des actions de réduction ciblées et proportionnées par des moyens de prévention » (annexe 1). Les questions s'articulent autour de plusieurs axes incluant notamment : une description de la population de l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture potentiellement exposées aux pesticides selon les différents systèmes de production et les filières, une identification des situations professionnelles à l'origine de ces expositions et une analyse des connaissances disponibles en matière de niveaux d'exposition pour les situations identifiées.

Dans cette démarche, par convention :

- la dénomination « **pesticides** » correspond à un ensemble large qui regroupe :
 - les produits phytopharmaceutiques : produits destinés à protéger les cultures et qui incluent principalement des insecticides, des fongicides et des herbicides,
 - les biocides : lorsque ces produits sont utilisés pour l'activité agricole : la désinfection du matériel, des bâtiments, la protection des grains, les pédiluves, etc.,
 - les médicaments vétérinaires : lorsque ces produits sont utilisés en élevage pour lutter contre des mycoses ou des parasitoses externes (acaricides, insecticides...) et peuvent donc être source d'exposition pour les personnes intervenant dans l'élevage ;
- la population visée par l'autosaisine sous la dénomination « **travailleurs agricoles** » inclut toutes les personnes qui travaillent dans les exploitations agricoles, que ces personnes soient de la main-d'œuvre familiale (chef d'exploitation, conjoint...), des salariés permanents ou occasionnels, ou encore des personnes travaillant sur l'exploitation mais non directement salariées de l'exploitation (employés d'entreprises de travaux agricoles, de travaux de désinsectisation...) ;
- la notion d'« **exposition** » désigne le contact entre l'homme et un contaminant, ici les « pesticides », à une concentration donnée pendant une période de temps donnée. L'exposition peut se faire par ingestion, inhalation ou encore par voie cutanée. L'exposition peut s'avérer directe comme lors d'un traitement, ou indirecte comme lors de la réentrée dans une zone traitée.

Étant donné la complexité des termes et la nécessité de définir le périmètre et les enjeux de cette expertise, les notions de « pesticides », « travailleurs agricoles » et « exposition » sont plus largement décrites et discutées dans les paragraphes qui suivent.

1.2 Définition du périmètre des « pesticides »

Le terme pesticide, dérivé des termes latins « *caedere* » (tuer) et « *pestis* » (fléau) a été intégré à la langue anglaise dans les années 1940 et, secondairement, à la langue française à la fin des années 1950. Ce mot désigne les substances ou les préparations utilisées pour la prévention, le contrôle ou l'élimination d'organismes jugés indésirables, qu'il s'agisse de plantes, d'animaux, d'insectes, de champignons ou de bactéries. Cette définition couvre un très large spectre de substances pouvant être utilisées pour différents types d'usage.

L'autosaisine se réfère ainsi à la notion de « pesticides » dans une acception large répondant aux trois réglementations (cf. annexe 2) qui encadrent leur autorisation de mise sur le marché (AMM) et qui correspondent (i) aux produits phytopharmaceutiques, (ii) aux biocides et (ii) aux médicaments vétérinaires, soit :

- le règlement 1107/2009 pour les substances et préparations destinées à protéger les végétaux et les produits de culture (phytopharmaceutiques), qui a remplacé la directive 91/414/CEE ;
- le règlement 528/2012 entré en vigueur le 1^{er} septembre 2013 pour les substances et préparations exerçant une action générale ou spécifique sur, ou contre, les organismes nuisibles (biocides), qui a remplacé la directive 98/8/CE ;
- la directive 2001/82/CE modifiée pour les médicaments vétérinaires, définis comme toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies animales.

Il convient de citer une 4^e réglementation parfois considérée dans les débats sur les pesticides : la directive 2001/83/CE qui encadre la mise sur le marché des médicaments humains comme les anti-poux. Toutefois, cette réglementation n'est pas prise en compte dans ce travail car ces usages sont destinés à la population générale, sans relation spécifique avec le travail agricole.

Conformément au texte de l'autosaisine, la notion de « pesticide » retenue dans ce rapport inclut donc les produits phytopharmaceutiques, les biocides et les médicaments vétérinaires. Cette définition est souvent retenue mais le terme « pesticide » est polysémique. Retenir le terme de « pesticides » pour désigner l'ensemble des produits phytopharmaceutiques, biocides et médicaments vétérinaires est donc une simple convention pour conduire l'analyse et en exposer les résultats. Elle ne présume pas de l'usage que peuvent faire différents acteurs de cette appellation.

Les trois types de pesticides étudiés dans le cadre du GT font donc l'objet de réglementations plus ou moins anciennes à l'échelon européen faisant suite à des réglementations françaises plus anciennes. Cette réglementation définit les procédures d'homologation préalables à leur éventuelle mise sur le marché. Ces dernières reposent sur une évaluation des risques, dont les principes généraux sont similaires quelle que soit la catégorie de pesticides envisagée, et s'expriment par une équation simple :

$$\text{Danger} \times \text{Exposition} = \text{Risque}$$

Le système d'homologation permet en principe d'éviter que des pesticides présentant un risque pour la santé humaine ne soient commercialisés, ou/et il définit les conditions d'emploi permettant de maintenir l'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture en-dessous d'une valeur jugée « acceptable ». Le danger est évalué à partir du dossier « Toxicologie et métabolisme » de la substance active qui précise la toxicité par voie orale, cutanée et respiratoire, le pouvoir irritant pour la peau et les yeux, le pouvoir sensibilisant et les propriétés mutagènes éventuelles, la toxicité à court terme et à long terme y compris la cancérogenèse, les effets sur la reproduction et le développement ainsi que la neurotoxicité. Ce dossier permet le classement de la substance active et la fixation des valeurs toxicologiques de référence (DJA, ARfD, AOEL). La toxicité aiguë et le pouvoir irritant et sensibilisant de la préparation sont également déterminés. Cette partie « évaluation du danger » n'entrant pas dans le cadre de l'autosaisine, elle n'a pas fait l'objet d'une analyse du GT. C'est au stade de l'évaluation de chaque préparation commerciale (produit tel qu'il

sera commercialisé) que le niveau d'exposition est estimé et les conditions d'emploi définies. Ces conditions d'emploi doivent être portées à la connaissance des personnes travaillant dans l'agriculture par l'intermédiaire de l'étiquetage des préparations commerciales, des notices d'emploi et des résumés des caractéristiques de produit (RCP) (pour les médicaments vétérinaires) et des fiches de données de sécurité (FDS). Elles peuvent concerner les cultures, les animaux ou encore les locaux qui peuvent être traités, les quantités maximales d'utilisation ou les précautions d'utilisation comme le respect d'un délai avant de rentrer dans une parcelle après un traitement ou le port éventuel d'équipements de protection individuelle (EPI).

La diversité des dispositifs réglementaires encadrant l'homologation ainsi définis est associée à une hétérogénéité des démarches d'évaluation, de la prise en compte du risque professionnel et des modèles utilisés pour l'évaluer. Par ailleurs, les circuits de distribution des produits, ainsi que le niveau de formation à la connaissance des risques des professionnels habilités à vendre les produits, diffèrent en fonction des types de produits considérés. Ces disparités ajoutent à la complexité et à la difficulté d'évaluer les expositions des personnes travaillant dans l'agriculture et les risques associés.

En ce qui concerne la protection des utilisateurs, il convient de distinguer les évaluations faites avant la mise sur le marché et leur traduction pratique sur les emballages.

Pour les produits phytopharmaceutiques, les évaluations faites avant l'AMM concernent les opérateurs (personnes assurant le traitement phytopharmaceutique sur le terrain), les travailleurs (personnes intervenant sur une culture après un traitement phytopharmaceutique), les personnes présentes sur le chantier et les résidents du voisinage. Elles consistent à comparer l'exposition calculée à l'aide de modèles (avec ou sans équipements de protection) à l'AOEL (*acceptable operator exposure level*), qui est la dose quotidienne acceptable pour la personne concernée.

La gamme d'utilisation des produits biocides est beaucoup plus large que celle des préparations phytopharmaceutiques. Pour les biocides utilisés en agriculture, le plus souvent, les données disponibles sur l'exposition à l'AEL (*acceptable exposure level*), qui est la dose quotidienne acceptable pour tous, sont comparées à la dose expérimentale sans effet pour le risque principal, avec un facteur de sécurité.

Pour les médicaments vétérinaires, le risque pour le manipulateur est évalué dans le cadre du RCP (Résumé des caractéristiques du produit), en se basant sur les résultats des études toxicologiques, pharmacologiques et cliniques.

Ces évaluations s'accompagnent en parallèle d'un classement au titre du règlement européen, dit règlement CLP (Classification, Labelling, Packaging), qui définit comment doivent être classés, étiquetés et emballés les substances et les mélanges, et mentionnés les dangers. Ce classement entraîne fréquemment la présence de pictogrammes, de phrases de risque et de conseils de prudence, sur les étiquettes et les notices des préparations phytopharmaceutiques et des produits biocides, et par un rectangle blanc entouré d'un filet vert ou rouge sur les étiquettes des médicaments vétérinaires accompagné de précautions d'emploi sur la notice.

L'approvisionnement en préparations phytopharmaceutiques, qui était libre jusqu'en 2008, fait l'objet d'une nouvelle réglementation en application du plan Ecophyto. Les « décideurs en exploitation agricole » et les « opérateurs en exploitation agricole » devront être titulaires du certificat Certiphyto fin novembre 2015. Les entreprises agricoles devront être certifiées et agréées pour pouvoir s'approvisionner en préparations phytopharmaceutiques.

Les médicaments vétérinaires contenant des substances vénéneuses ne peuvent être délivrés que sur ordonnance. Cependant, des dispositions particulières sont prévues, dans le cadre des productions animales, pour certains médicaments vétérinaires inscrits sur une liste positive définie par arrêté ministériel lorsqu'il s'agit de traitements prophylactiques.

1.3 Définition de la population des personnes travaillant dans l'agriculture

Les expositions professionnelles aux pesticides concernent de nombreux secteurs d'activité. Seules sont abordées ici les expositions qui concernent les personnes travaillant dans l'agriculture. Pour autant, le dénombrement de la population concernée ne va pas de soi. Ce constat, et ses conséquences pour la prévention, sont analysés de façon plus approfondie dans la suite du rapport (section 3.1) mais il convient de rappeler d'entrée quelques données de cadrage.

Il y a en effet une très grande diversité de formes concrètes d'exercice de l'activité agricole et de formes de protections sociales associées. Les notions d'« agriculteur » ou de « salarié » ont des contours mouvants : il n'y a pas en France de définition partagée par l'ensemble des groupes sociaux et des institutions concernées de ce qu'est un « agriculteur » ; par ailleurs, des recompositions importantes des statuts des personnes salariées travaillant sur les exploitations sont intervenues ces dernières années, notamment avec le développement de prestations de service fournies par des entreprises françaises (entreprises de travaux agricoles, entreprises de traitement des bâtiments...) mais aussi étrangères (travailleurs détachés).

Cette hétérogénéité renvoie à une très grande diversité des statuts au regard de la protection sociale et du droit du travail. Ainsi en matière de santé et sécurité au travail, l'activité des travailleurs indépendants en agriculture n'est soumise au code du travail que pour certaines activités et/ou lorsqu'ils emploient des salariés.

Une façon de réduire les malentendus est d'éviter la notion d'« agriculteur » et d'inclure dans l'analyse toutes les personnes qui exercent une activité agricole en acceptant, par convention, de retenir les définitions des catégories de personnes et d'activités de la statistique agricole, telles que définies et dénombrées dans le dernier recensement de l'agriculture en 2010. C'est le parti qui a été adopté pour cette expertise. Ces catégories incluent : les chefs d'exploitation et les co-exploitants (n = 629 087 en 2010), les membres de la famille du chef d'exploitation actifs sur l'exploitation (n = 74 903 en 2010), les salariés permanents (n = 162 929 en 2010), les salariés en contrats à durée déterminée (saisonniers, autres CDD), les salariés intervenant sur l'exploitation mais employés par une autre entreprise, les apprentis, etc. (Tableau 1).

Tableau 1 : Dénombrement de la main-d'œuvre active dans l'agriculture en 2010

	Nombre de personnes RA 2010	dont % femmes	Nombre d'unités de travail agricole (UTA ²), RA 2010
Chefs exploitation et co-exploitants	629 087	26%	463 553
Conjoints non co-exploitants actifs sur l'exploitation	144 387	59%	63 210
Autres actifs familiaux	74 903	27%	29 095
Non apparentés, non co-exploitants, actifs sur l'exploitation	1510		586
Salariés permanents hors famille	162 929	24,5%	135 362
Main-d'œuvre non permanente	(a) (divers CDD)		81 817

² Une unité de travail annuel (UTA) est le volume de travail effectué par une personne à temps complet durant une année (229 jours), soit 1 607 heures.

Main-d'œuvre non directement employée par l'exploitation (c)	(a) (CDD + CDI)		11 978
Total (b)	1 012 816		

Source Agreste, recensement de l'agriculture 2010 (Disar, 02_RA_001P, Fiche ra 5_1_2)

Note méthodologique : a) le nombre précis de personnes physiques salariées de façon non permanente (plusieurs centaines de milliers) est inaccessible avec ces données (cf. section 3.5) ; b) compte tenu de l'existence de doubles actifs (par exemple salarié agricole et chef d'exploitation), le « total » des personnes n'est pas exempt de doubles comptes ; c) la main-d'œuvre non directement employée par l'exploitation inclut notamment les salariés de Cuma, d'entreprises de travaux agricoles...

Le temps des salariés ainsi décompté par le recensement de l'agriculture inclut les apprentis de l'enseignement agricole (n = 35 512 en 2010, DGER (2011)) dès lors qu'ils travaillent sur l'exploitation, mais pas les stagiaires. Or, outre les apprentis, chaque année plus de 180 000 élèves et étudiants suivent des cursus de l'enseignement agricole, cursus qui, très souvent, incluent des stages en exploitation. À la rentrée scolaire 2010, l'enseignement technique et supérieur agricole accueillait 186 432 élèves et étudiants en France métropolitaine et en outre-mer (DGER, 2011). Les stages représentaient plus de 20 millions d'heures de travail (DGER, 2011). Stagiaires et apprentis s'inscrivent dans le périmètre de l'autosaisine.

Par ailleurs vivent sur les exploitations les conjoints d'exploitants non actifs sur l'exploitation mais qui souvent y résident (n = 160 000 en 2010, RA 2010) et peuvent donner des coups de main, ainsi que les autres membres du ménage (enfants, ascendants) qui n'ont pas été décomptés lors du dernier recensement lorsqu'ils n'ont pas été déclarés comme y ayant une activité. Ces derniers groupes de population ne rentrent pas dans le périmètre de l'autosaisine et n'ont pas fait l'objet d'investigations spécifiques même si le GT n'a pas écarté les informations qu'il pouvait recueillir les concernant.

Enfin, une catégorie particulièrement problématique est celle des « petites » exploitations. Le seuil en deçà duquel une exploitation est considérée comme « petite », en deçà duquel une activité peut être considérée comme du travail, varie selon les acteurs et les pays. En France, le seuil retenu actuellement est souvent de 25 000 euros de produit brut standard par an, soit une exploitation dégageant un produit brut équivalent à environ 22 ha de blé en Ile-de-France. Mais il n'y a pas de consensus sur ce seuil.

L'enjeu ici concerne la délimitation de la population des exploitations qui doivent être incluses dans les analyses de l'agriculture et prises en compte dans les mesures d'accompagnement (par exemple pour le conseil ou pour bénéficier de certaines subventions). Doit-on systématiquement inclure les exploitations de petite dimension et les ménages qui leurs sont associés ? En fait, la question se pose de façon radicalement différente selon le problème à traiter.

- Dans une perspective centrée sur les volumes de production, par exemple les résidus de pesticides dans les produits finaux, il peut être légitime, en première approximation, de ne pas considérer ces exploitations car leur contribution à la production totale est faible.
- En revanche, dans une perspective centrée sur les personnes comme l'analyse de l'exposition aux pesticides des personnes ayant une activité agricole, la question se pose différemment car ces exploitations correspondent à une population nombreuse et leurs pratiques (utilisation de matériel usagé, pulvérisateur à dos...) peuvent éventuellement être source de risques spécifiques.

C'est pourquoi le GT a choisi de tenir compte de la totalité des personnes ayant une activité agricole, y compris celles ayant une activité dans des exploitations de petite dimension.

1.4 Le concept d'exposition

1.4.1 Définition du concept

L'évaluation de l'exposition, sous ses formes diverses, s'est développée au cours de la seconde moitié du XX^e siècle, notamment dans le domaine de l'épidémiologie, de l'hygiène industrielle et de la radioprotection. L'évaluation de l'exposition telle que définie dans la méthode d'évaluation des risques sanitaires s'inspire d'éléments de ces trois disciplines et s'inscrit dans leur continuité. Elle progresse depuis les années 1970 en raison d'une attention croissante portée à la problématique de la pollution chimique à la fois par le public, les sphères académiques, industrielles et gouvernementales. Au cours des trois dernières décennies, plusieurs institutions ont cherché à stabiliser la définition de ce concept. La première à le faire fut l'Académie des sciences états-uniennes qui, en 1983, en proposa une approche dans le « *Red book* », *Risk assessment in the Federal Government: Managing the Process* (NRC, 1983). Dans cette approche, l'exposition constitue, avec l'identification des dangers et la mesure des relations dose-réponse, l'une des composantes de l'évaluation des risques. Elle dépend de l'ampleur, de la durée, de la fréquence et des voies d'exposition, mais aussi de la taille, de la nature et des catégories de populations humaines exposées, ainsi que des incertitudes présentes dans toutes ces estimations. Toutefois, dans un document rédigé en 1992 pour définir l'application des préceptes édictés par l'Académie des sciences dans le « *Red book* », l'US EPA rappelle que la terminologie employée dans la littérature de l'évaluation de l'exposition manque de cohérence. Cette situation a évolué. Ainsi, dans le domaine de la santé publique, il existe un consensus sur le fait que l'exposition humaine implique un contact avec l'agent. Le glossaire de l'*International Society for Exposure Analysis* (ISEA) définit l'exposition comme « *contact between an agent and a target. Contact takes place at an exposure surface over an exposure period* » (Zartarian et al., 2005). Mais les modalités de contact restent discutées entre 1/ la partie extérieure de la personne (peau, bouche, narines, etc.) et 2/ ce qui est défini par les surfaces d'échange où l'absorption a lieu (peau, poumons, tractus gastro-intestinal, etc.). Ces considérations conduisent parfois à des ambiguïtés lors de l'utilisation des termes et des unités en matière de quantification de l'exposition.

En 2004, l'*International Programme on Chemical Safety* (IPCS) a aussi discuté de la terminologie des termes génériques employés en évaluation des risques sanitaires, parmi lesquels l'évaluation de l'exposition (IPCS, 2004). Cette institution définit l'évaluation de l'exposition comme le processus d'estimation ou de mesure de l'ampleur, la fréquence et la durée d'exposition à un agent, ainsi que le nombre et les caractéristiques de la population exposée. Idéalement, elle décrit les sources, les voies et les incertitudes associées à cette évaluation. L'évaluation de l'exposition est fondée sur des scénarios d'exposition définis comme une combinaison de faits, d'hypothèses et de déductions qui décrivent une situation où des expositions potentielles peuvent se produire.

L'Agence européenne des produits chimiques (*European Chemical Agency*, EChA) précise ainsi dans le chapitre 14 du document « *Guidance on information requirements and chemical safety assessment* », portant sur l'évaluation de l'exposition professionnelle aux substances chimiques, que celle-ci doit normalement être entendue comme une exposition externe. Elle est définie comme la quantité de substance ingérée, en contact avec la peau, et/ou inhalée (représentée par la concentration dans l'air de la substance dans la zone de respiration d'un travailleur) (EChA, 2012).

1.4.2 La mesure des expositions

Les doses d'exposition sont usuellement calculées à partir de mesures réalisées avec la construction éventuelle de scénarios d'exposition réalistes et plausibles ou, à défaut, à partir de la modélisation. Cette étape vise à décrire et quantifier aussi précisément que possible les expositions à un agent, correspondant à un milieu donné, pour une voie d'exposition donnée et pour un groupe d'individus donné, en investiguant la contamination du milieu (médiats d'exposition concernés, localisation, niveaux de contamination dans le temps et dans l'espace, etc.), les

populations concernées par cette contamination (nombre, caractéristiques) et leur mode de vie ainsi que les voies d'exposition, les fréquences et les durées de contact avec l'agent dangereux. Les types de mesure de l'exposition concernent à la fois :

- des mesurages personnels, en l'occurrence i) une dose externe *via* par exemple un capteur individuel portatif, pour l'exposition par inhalation ou ii) une dose interne (indicateur biologique d'exposition) pour l'exposition toutes voies confondues *via* des mesures biologiques dans le sang, les urines, les cheveux, le lait maternel et parfois les ongles et la salive ;
- des données indirectes en s'appuyant sur des facteurs environnementaux (mesures ou modélisation) et sur des facteurs humains d'exposition (activités, comportements ou paramètres physiologiques, morphologiques) pouvant intégrer une dimension historique.

1.4.3 Une approche globale des expositions professionnelles

Depuis une quinzaine d'années, le concept d'exposition professionnelle, notamment aux produits chimiques, a été considérablement enrichi par le développement d'approches interdisciplinaires mettant en jeu notamment l'expologie ou l'ergotoxicologie. Ces approches s'appuient sur le concept d'« activité » tel que l'utilisent les ergonomes pour affiner la compréhension des situations dans lesquelles les travailleurs sont exposés à des agents³ pathogènes présents sur le lieu de travail. Elles considèrent le travailleur à la fois comme un élément productif qui tente de répondre aux objectifs qui lui sont fixés, mais aussi comme un sujet, qui apporte sa contribution individuelle et personnelle au système technique et qui, en retour, peut recevoir certaines formes de reconnaissance formelle ou informelle (Rabardel et Pastré (2005), p. 24). L'activité apparaît dès lors comme un déterminant de l'exposition. Elle « *est le lieu de régulations individuelles et collectives qui peuvent se matérialiser sous forme de conduites d'évitement ou de prise de risque "raisonnée" du point de vue de l'opérateur* » (Sari-Minodier *et al.* (2008), p. 80).

Ces travaux issus de l'ergonomie mettent en exergue deux points :

- L'expologie insiste sur la forte variabilité interindividuelle des expositions. Elle souligne que la compréhension des situations d'exposition professionnelle aux agents pouvant provoquer des pathologies nécessite « *la prise en compte de l'homme (...) dans toutes ses dimensions (médicale, qualification, statuts, compétences, formation et information...)* » (Sari-Minodier *et al.* (2008), p. 79). Les évaluations de l'exposition reposant sur un « individu moyen » ne sauraient donc être considérées comme fiables.
- L'ergotoxicologie, attire l'attention sur le fait qu'une erreur souvent commise lors de l'analyse des risques est d'aborder les situations d'exposition aux agents pathogènes une par une, en les découpant par facteurs de risque.

Ainsi, par exemple, dans le cas de l'exposition de viticulteurs à des produits phytopharmaceutiques, il est nécessaire d'articuler l'analyse d'une situation d'exposition à un danger d'origine chimique, avec celle d'un travail physique et d'une exposition à la chaleur, le tout avec le port d'une combinaison, voire d'un masque, qui accentuent la pénibilité et gênent la respiration. Ces conditions peuvent, dans certains cas, accélérer le passage des pesticides dans l'organisme. En effet, le travail physique associé au travail et à la chaleur va nécessiter la mise en place de fonctions physiologiques d'adaptation à ces conditions. Cela va se traduire par une augmentation de la fréquence cardiaque puis de la fréquence respiratoire. Si le produit chimique

³ La notion d'agent est ici utilisée au sens de Zartarian V, Bahadori T, McKone T (2005) Adoption of an official ISEA glossary. *J Expo Anal Environ Epidemiol* **15**(1), 1-5. : "A chemical, biological, or physical entity that contacts a target". La notion d'agent pathogène inclut tous les agents source de pathologie y compris les substances toxiques.

se caractérise par une voie de pénétration respiratoire, l'augmentation de la fréquence respiratoire va sensiblement augmenter le passage du produit dans le corps. De plus, la dilatation des vaisseaux sanguins sous-cutanés est nécessaire pour évacuer la chaleur produite par le travail et maintenir la température centrale dans des limites acceptables. Le port d'une combinaison viendra alors fortement limiter la possibilité d'échange thermique. Si le produit chimique se caractérise par une voie de pénétration cutanée, alors cette augmentation du débit sanguin sous-cutané va aussi favoriser son passage dans l'organisme.

Cet exemple illustre la nécessité d'analyser les expositions des individus en tenant compte des pratiques pour saisir les éléments qui se conjuguent dans les situations concrètes d'activité. Une telle approche nécessite d'identifier les déterminants de l'activité qui conduisent à des situations d'exposition, qu'ils soient d'ordre technique, organisationnel, ou bien humain.

1.4.4 Le cas des expositions professionnelles aux pesticides

Quelle que soit la manière dont sont mesurées les expositions aux pesticides (questionnaires, expertises, matrices, biomarqueurs...), la recherche d'un lien avec la santé conduit à s'interroger sur la pertinence des indicateurs d'exposition retenus vis-à-vis d'un effet donné. Cette pertinence peut être examinée à la lumière de divers paramètres tels que la latence nécessaire pour voir apparaître un effet, la dose (cumulée ou instantanée), la fréquence des expositions, l'existence de fenêtres de sensibilité (âges de la vie), de paramètres individuels de sensibilité, le rôle des combinaisons de substances (à un temps donné ou au cours de la vie)...

La connaissance de mécanismes d'action est en théorie susceptible de fournir des arguments et d'orienter les choix concernant les indicateurs d'exposition mais tous ces mécanismes ne sont pas connus. La connaissance des propriétés toxicocinétiques et toxicodynamiques peut aussi fournir des arguments d'intérêt. Cependant, pour la plupart des substances et la plupart des effets, les connaissances en lien avec le métabolisme et les mécanismes d'action sont souvent partielles et ne permettent pas toujours d'orienter clairement vers les indicateurs d'exposition les plus pertinents vis-à-vis d'un effet donné, pour une substance donnée et dans une population donnée.

Dans la plupart des domaines de santé, l'augmentation de l'effet en fonction de la dose reste un principe de base communément admis et cette relation « dose-effet » est un élément fort dans le jugement de causalité. Ainsi, dans le domaine de la cancérogénicité, même si la forme des relations entre l'exposition et la maladie peut donner lieu à des modélisations diverses, prenant en compte ou non des effets seuils, on admet le plus souvent la proportionnalité entre la dose et l'effet pour la survenue d'un cancer. Pour les perturbateurs endocriniens cependant, il a été avancé que des effets à faibles doses se produisent et que ceux-ci peuvent dans certains cas être qualifiés de paradoxaux, car apparaissent plus marqués à faible dose qu'à forte dose. Dans le cas des effets neurologiques, l'effet d'une exposition unique mais massive à des pesticides pourrait être à l'origine d'effets retardés, mais il n'est pas exclu que des doses moindres et répétées puissent produire les mêmes effets. Ces diverses observations soulignent bien la complexité inhérente à l'estimation des effets des expositions qui dépasse la simple question de la mesure mais met également en jeu la construction d'indicateurs devant être adaptés aux substances et aux effets de santé.

2 Démarche des travaux d'expertise

2.1 Objet de l'autosaisine

L'objectif de l'autosaisine dont le texte complet est consultable en annexe 1 a ainsi été défini par l'Anses :

« L'objectif de l'autosaisine est d'identifier, d'évaluer et de caractériser les expositions à risque des travailleurs agricoles aux pesticides afin de proposer des actions de réduction ciblées et proportionnées par des moyens de prévention. La survenue de certains effets sanitaires étant retardée, la reconstitution des expositions passées est à envisager. Pour atteindre cet objectif, l'autosaisine se structure autour de quatre questions :

1. *Décrire la population des travailleurs agricoles potentiellement exposés aux pesticides selon les différents systèmes de production et les filières.*

Selon les systèmes de production (p. ex. agriculture intensive, raisonnée, biologique) et les filières (p. ex. céréaliculture, maraîchage, viticulture, aviculture), le recours aux pesticides et leurs usages sont très variables. Ces systèmes de production et ces filières s'inscrivent dans des logiques d'organisation de marché qui sont déterminées par des éléments techniques et économiques, qui vont du local à l'international. Il est donc important de commencer par les décrire en vue de comprendre comment ils influent sur les pratiques et les organisations du travail et, par voie de conséquence, sur les expositions aux pesticides. Des données comme le nombre de travailleurs exposés ou les quantités de pesticides utilisées seront ainsi recherchées. Ces déterminants des expositions peuvent être considérés comme des macro-déterminants, par opposition aux micro-déterminants cités à la question 2 sur les pratiques. La population des travailleurs agricoles peut être décrite selon cette typologie (systèmes de production, filière) mais d'autres typologies de description ont a priori un sens, notamment celle selon le statut professionnel (p. ex. chefs d'exploitation, saisonniers, travailleurs précaires, conjoints et enfants d'exploitants). Celles-ci pourront également être investiguées.

2. *Identifier les situations professionnelles à l'origine des expositions aux pesticides.*

Il s'agira de décrire les pratiques, les postes de travail et les organisations du travail des travailleurs agricoles, qu'on englobera sous le qualificatif de micro-déterminants des expositions aux pesticides, afin d'identifier les sources d'exposition, les substances associées, les voies d'exposition, les multi-expositions, etc. Une attention particulière sera accordée aux expositions lors de réentrée dans des zones traitées, du fait de premières données indiquant que ces situations peuvent être plus exposantes que la manipulation elle-même de pesticides.

3. *Rassembler et analyser les connaissances disponibles en matière de niveaux d'exposition pour les situations identifiées précédemment.*

La recherche portera sur les données métrologiques, dont les mesures biométriologiques, mais aussi les données qualitatives d'observations du domaine de l'ergonomie.

4. *Mettre en perspective les niveaux d'exposition avec des données sanitaires.*

Les données sanitaires humaines consécutives à une exposition à court et long termes (issues de l'épidémiologie, de la toxicologie et de la toxicovigilance) seront exploitées de manière complémentaire afin d'identifier, hiérarchiser et cibler les situations d'exposition les plus à risque. Cette mise en perspective vise notamment à apporter des éléments sur la pertinence et la faisabilité de réaliser une évaluation des risques sanitaires pour certaines sous-populations ou certaines situations d'exposition particulières. »

2.2 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre (Anses, CES, GT, rapporteur(s)) et organisation

L'Anses a confié au groupe de travail « Expositions professionnelles aux pesticides en agriculture », rattaché au Comité d'experts spécialisé (CES) « Évaluation des risques liés aux milieux aériens » l'instruction de cette autosaisine. Le CES « Produits phytopharmaceutiques : substances et préparations chimiques » a été également associé et consulté à titre informatif.

Les travaux d'expertise du groupe de travail ont été soumis régulièrement au CES tant sur les aspects méthodologiques que scientifiques. Le rapport produit par le groupe de travail tient compte des observations et éléments complémentaires transmis par les membres du CES.

Ces travaux sont ainsi issus d'un collectif d'experts aux compétences complémentaires.

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – prescriptions générales de compétence pour une expertise (mai 2003) ».

2.3 Prévention des risques de conflits d'intérêts

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont rendues publiques *via* le site internet de l'Anses (www.anses.fr).

2.4 Cadrage de l'expertise

Au démarrage des travaux d'expertise, les objectifs de l'autosaisine sont apparus extrêmement larges du fait de la diversité des informations à rechercher relevant de disciplines très différentes mais permettant aussi de tenir compte des différentes dimensions de la question de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

Le GT est composé d'experts de disciplines très diverses (agronomie, biométrie, économie, épidémiologie, ergonomie, expologie, histoire, médecine du travail, toxicologie, sociologie, statistique) et venant de différents environnements professionnels. Un éventail aussi large de disciplines n'étant pas si habituel dans ce domaine de recherche, une première étape a consisté à mutualiser les expertises des membres du groupe et à préciser des notions fondamentales pour l'autosaisine mais appréhendées différemment selon les disciplines comme « pesticides », « exposition » et « travailleurs en agriculture ».

De nombreuses auditions de parties prenantes ont également été conduites pour affiner le cadrage de l'expertise. Ont ainsi été auditionnés pour le cadrage général de l'expertise : la Caisse centrale de la Mutualité sociale agricole (MSA), le comité d'experts du plan Ecophyto, le service du ministère de l'Agriculture chargé du pilotage global du plan Ecophyto, la fédération nationale des groupements de défense sanitaire (FNGDS) et le réseau Farago, l'association Phyto-Victimes et l'Union des industries de la protection des plantes (UIPP). Plusieurs personnalités ont également été auditionnées sur des domaines techniques plus pointus. La liste complète des auditions est fournie en début de ce volume.

D'un certain point de vue, l'Anses, de par son activité d'évaluation réglementaire des pesticides en vue de leur mise sur le marché, pouvait également être considérée comme une partie prenante. De plus, durant l'expertise, l'Anses a été au centre d'événements significatifs ayant un impact sur le contexte global autour de la thématique des pesticides. Ainsi, des discussions autour des enjeux du rapport de la commission d'information du Sénat, du transfert de la gestion des AMM, de l'évolution de la réglementation sur les équipements de protection individuelle (EPI) ont eu lieu à l'occasion de points d'information réguliers de la part de la direction de l'Anses.

2.5 Revue des données de la littérature sur les situations françaises

Dans les divers rapports et prises de position traitant de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture, il est fait mention de façon récurrente du peu de données précises disponibles sur ce sujet. Les premiers échanges ont également convergé pour conclure que les publications scientifiques documentant l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture en France étaient rares. Ces constats pouvaient être controversés dès lors qu'ils ne s'appuyaient pas sur une description précise de l'univers des publications exploré, ils devaient donc être objectivés. Le GT a donc réalisé un inventaire des données disponibles sur la France dans la littérature. Tel que déjà indiqué, l'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise - prescriptions générales de compétence pour une expertise » datant de mai 2003. Toutefois cette norme ne prévoit pas de méthode particulière pour réaliser les états de l'art. Le GT a souhaité réaliser cet inventaire en suivant une procédure qui garantisse la transparence et la traçabilité des procédures suivies afin que cet inventaire puisse être actualisé au cours du temps. C'est pourquoi une procédure de revue systématique a été adoptée, dans la lignée des méthodes conçues par la collaboration Cochrane et la collaboration Campbell. Ce choix a été justifié par les raisons suivantes :

- il fallait concevoir des méthodes d'exploration bibliographique les plus explicites possibles pour préciser comment les données ont été recherchées et dans quel périmètre précis de la littérature disponible ;
- la question posée n'est pas conjoncturelle ; l'Anses comme l'ensemble des acteurs concernés ont besoin de disposer d'une base de connaissances qui soit actualisable au fil des années. Il fallait donc concevoir une méthode qui permette de garder une traçabilité des décisions prises (règles d'inclusion des articles, d'évaluation de leur qualité, etc.). Cette traçabilité doit être accessible de façon simple pour les acteurs concernés de façon à éviter malentendus et controverses inutiles et à pouvoir bénéficier de compléments, sollicités ou non. À cette fin, la bibliographie retenue est présentée sous forme de tableaux commentés (annexe 3) et la liste des références considérées mais rejetées est disponible (volume 2).

Les méthodes de revue systématique de la littérature scientifique développées depuis les années 1990 répondent à cette exigence. Cependant, elles ont été conçues pour des domaines spécialisés (par exemple Ntzani *et al.* (2013)) mais rarement pour des analyses mettant en jeu plusieurs disciplines. De plus, à l'exception de la médecine, elles restent peu développées et mal connues en France dans le monde de la recherche et ne sont généralement pas celles retenues pour les expertises collectives (Laurent *et al.*, 2012). Par conséquent, deux difficultés majeures ont dû être surmontées dans la démarche. D'une part, il n'existait pas de méthode clé en main pour une expertise interdisciplinaire et le GT a progressé pas à pas dans cette construction méthodologique. D'autre part, à l'Anses comme dans les organismes de recherche dont sont originaires les experts français, les moyens nécessaires à la mise en œuvre de revues systématiques sont difficiles à trouver (temps de documentalistes, accès aux bases de données...), or le coût de ces approches est sensiblement plus élevé que celui d'approches classiques, au moins à court terme. En dépit de ces difficultés, cette approche a été retenue car elle a semblé être la seule pertinente compte tenu des exigences sur la qualité des résultats à produire pour le moyen et le long terme. Des moyens spécifiques ont été dégagés (conventions de recherche et de développement - CRD) pour accompagner le travail du GT dans ce domaine. Les différentes étapes des revues systématiques sont restituées dans le volume sur l'analyse de la littérature pour les situations françaises (volume 2) et pour les situations internationales (études de cas, volumes 3 et 4).

À l'issue de cette revue systématique de la littérature sur les expositions sur la France, il a de plus été décidé de procéder à un appel à contributions (du 17 février 2014 au 20 avril 2014) afin de recueillir des données qui auraient pu échapper au GT, notamment parce qu'elles n'avaient pas été référencées dans les bases explorées ou parce qu'elles sont difficilement accessibles, comme c'est le cas pour la littérature grise. Les résultats de cette analyse bibliographique sont présentés au chapitre 3 de ce volume et détaillés dans le volume 2. Ces résultats ont confirmé la rareté des

données sur les situations françaises dans la littérature scientifique. Une réflexion sur l'extension de cette analyse à la littérature internationale est présentée au chapitre 4.

2.6 Données issues des dispositifs de surveillance médicale

Pour tenter de trouver ailleurs des données sur les expositions, un recensement des données d'exposition disponibles dans l'ensemble des dispositifs de surveillance médicale susceptibles de détecter des cas de pathologies liées à l'utilisation agricole de pesticides a été effectué : Réseau de toxicovigilance de la Mutualité sociale agricole (MSA), Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles (RNV3P) de l'Anses, enquête Surveillance médicale des expositions aux risques professionnels (SUMER) de la DARES et de la Direction générale du travail. Ces données ont été rassemblées dans le volume 6. De plus, les tableaux de maladies professionnelles susceptibles d'entraîner une reconnaissance en maladie professionnelle de personnes exposées aux pesticides ont été analysés et sont présentés dans le même volume 6.

Les données d'exposition fournies par ces sources sont également limitées.

Compte tenu de ces limites, le GT a donc décidé d'explorer les possibilités offertes par d'autres sources d'informations que la littérature scientifique et les données des dispositifs de surveillance médicale pour documenter les situations d'exposition, mais aussi d'analyser les déterminants de ces expositions en France et de remettre en perspective les actions de prévention. Mais le champ à explorer devenait alors extrêmement large, incluant les données administratives, les données statistiques, des dires d'experts, des études sur des situations nationales et étrangères n'ayant pas fait l'objet de publication scientifique. Les ensembles réglementaires associés mettent en jeu un très grand nombre de textes. Il a donc paru raisonnable de tester l'intérêt de ces approches à partir d'études de cas limitées.

2.7 Études de cas

Deux situations potentielles d'exposition ont été choisies : l'une en élevage (les traitements antiparasitaires externes en élevage ovin), et l'autre dans le secteur des cultures (l'exposition lors de la réentrée en arboriculture). La première étude de cas est présentée dans le volume 3 et la seconde dans le volume 4.

L'élevage ovin a été choisi pour cinq raisons principales :

- Le GT pouvait ainsi explorer les spécificités des expositions professionnelles à un médicament vétérinaire.
- Les expositions aux antiparasitaires externes sur moutons et leurs possibles effets de santé ont été l'objet de mobilisations sociales, de recherches épidémiologiques d'intervention publique depuis plusieurs années dans d'autres pays, notamment au Royaume-Uni.
- En Europe, on dénombrait 99 millions d'ovins au dernier recensement de l'agriculture (Eurostat, 2010), dont 31 millions au Royaume-Uni et 7,5 millions en France. Le parasitisme externe occasionne des pertes économiques de diverses façons : détérioration de la qualité des toisons et de la peau, amaigrissement, retard de croissance, troubles de la reproduction du fait de l'inconfort ressenti par l'animal, voire mort des animaux dans certains cas. Le traitement des animaux malades et les opérations de prophylaxie s'imposent donc pour des raisons économiques, épidémiologiques et de bien-être animal. Notons que les traitements antiparasitaires administrés par voie externe concernent essentiellement les animaux élevés pour la production de viande et non les brebis laitières.
- Pour commencer à recenser les questions méthodologiques posées par l'étude des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'élevage, celui de l'ovin présentait aussi l'intérêt d'être intégré dans des systèmes d'activité et de revenus très

divers (micro-exploitations, exploitations de pluriactifs, grandes exploitations avec salariés, etc.) et donc de renvoyer à un large éventail de situations d'exposition potentielle.

- Enfin, il s'agit d'une production présente sur l'ensemble du territoire national.

La réentrée en arboriculture a été choisie pour quatre raisons principales :

- Des cas d'intoxications aiguës ont été décrits dans la littérature médicale depuis plusieurs décennies chez des travailleurs impliqués dans des opérations de taille ou de cueillette dans des exploitations fruitières, notamment dans les suites de traitements par les organophosphorés. Ces descriptions de cas témoignent de la réalité d'expositions, potentiellement toxiques, pour des personnes n'appliquant pas directement les substances sur les cultures.
- La conduite des cultures pérennes telles que la vigne ou l'arboriculture comprend un nombre particulièrement important d'interventions sur le végétal, sur une période relativement longue de l'année. L'arboriculture est ainsi en France le secteur consommant le plus de pesticides. L'IFT (indice de fréquence de traitement) moyen est de 17,3 et atteint 36,5 pour la pomme. Si une étude métrologique sur la réentrée a déjà été menée en France en viticulture (dans le cadre du programme PESTEXPO), aucune donnée n'est disponible à ce jour en France pour l'arboriculture.
- La majorité des exploitations sont généralement petites et spécialisées. Le secteur emploie une main-d'œuvre importante, environ 20 % du nombre total de salariés agricoles. Cette main-d'œuvre est constituée à 39 % de saisonniers.
- Si l'exposition aux pesticides au moment de l'application est bien connue, l'exposition secondaire, par le contact avec le végétal traité, est une préoccupation beaucoup plus récente et encore mal connue en France. Il a donc semblé plus intéressant d'analyser cette situation d'exposition.

Le choix de ces deux cas ne signifie aucunement que le groupe de travail les a *a priori* considérés comme plus préoccupants que d'autres.

Ces études de cas ont été très importantes pour avoir des exemples concrets partagés au sein du GT, permettant de croiser les points de vue disciplinaires sur les déterminants des expositions, la qualité des dires d'experts, l'adéquation des dispositifs réglementaires aux problèmes concrets rencontrés dans des situations bien délimitées et analysées en détail. Chacune de ces études de cas a fait l'objet d'investigations approfondies incluant une étude ergonomique pour les traitements antiparasitaires ovins (restituée dans le volume 3).

Elles ont été un support :

- pour explorer les possibilités d'utiliser les données de la statistique agricole pour documenter les situations d'exposition,
- pour analyser l'intérêt et les limites d'une utilisation de la littérature sur les expositions dans d'autres pays à la description des situations (d'activité) en France,
- pour analyser les spécificités de la façon dont sont prises en compte les expositions lors de l'homologation des produits phytopharmaceutiques, biocides et médicaments vétérinaires, en confrontant les procédures suivies à des situations concrètes.

2.8 Les statistiques agricoles

L'agriculture française bénéficie d'un dispositif statistique complet associant le recueil de données sur les structures des exploitations (recensements, enquêtes), sur les pratiques agricoles (enquêtes « pratiques culturelles »), sur les performances économiques des exploitations (Réseau d'information comptable), sur les volumes produits, sur l'utilisation du territoire, sur les IAA... Mais il n'a pas été conçu pour documenter les expositions aux pesticides des personnes qui travaillent

dans les exploitations. Néanmoins, une première analyse des données disponibles a été réalisée (principalement recensement agricole et enquêtes sur les pratiques culturales) pour explorer les possibilités ouvertes par les données telles qu'elles existent et réfléchir aux modalités spécifiques de traitement de ces données et à d'éventuels compléments pouvant être apportés dans les enquêtes. Elle montre qu'un usage systématique de ces données pourrait contribuer à mieux documenter les situations d'expositions. Les résultats de ce travail exploratoire sont présentés dans la section 3.5. et décrits en détail dans le volume 5.

2.9 La littérature scientifique sur les situations étrangères

L'exploration systématique et approfondie de la littérature scientifique traitant des expositions aux pesticides dans les autres pays que la France était impossible compte tenu du volume de publications concerné et des moyens du GT. En revanche des synthèses bibliographiques ont été réalisées pour chacune des deux études de cas, de différents points de vue disciplinaires. Ces synthèses bibliographiques sont disponibles dans les volumes 3 et 4. Des enseignements plus généraux sont tirés de cet exercice dans les chapitres 3 et 4 de ce volume.

2.10 Les données d'exposition et évaluation réglementaire

La procédure d'homologation des pesticides précédant la mise sur le marché inclut des estimations de l'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture, s'appuyant soit sur des données modélisées, soit sur des données générées spécifiquement dans le cadre de l'autorisation de mise sur le marché. Le groupe de travail a entrepris d'identifier les données d'exposition et les situations d'exposition prises en compte dans l'évaluation réglementaire ainsi que les déterminants utilisés pour réaliser les estimations des niveaux d'exposition. Cette analyse s'est appuyée d'une part sur la consultation des documents-guides européens, et d'autre part sur la consultation d'une série de dossiers d'homologation de substances relatifs aux deux études de cas choisies. Cette analyse s'est avérée longue et complexe, en particulier en raison de difficultés concernant l'accessibilité aux dossiers. Les résultats de ce travail sont décrits dans les sections 3.4 et 6.2 et détaillés dans le volume 7.

2.11 Moyens de réduction et recommandations

Après avoir collecté l'ensemble de ces informations sur les expositions, à travers les études de cas, et chaque fois que possible de manière plus générale pour l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture, le groupe a initié une démarche de synthèse concernant les principaux déterminants de l'exposition identifiés ainsi qu'une réflexion sur les moyens de réduction des expositions. La réflexion sur les leviers d'action s'est structurée autour de plusieurs thèmes : les réductions d'usage (choix techniques, enjeux de différentes stratégies de réduction), l'homologation, le matériel, les équipements de protection, le conseil et la formation. Certains domaines qu'il paraît nécessaire d'étudier plus avant (par exemple les traitements dans les bâtiments agricoles et l'usage des biocides en élevage mais aussi dans les exploitations de culture, la manipulation des produits traités en post-récolte, etc.) n'ont pu être approfondis dans le périmètre des travaux du groupe.

À partir des différents constats, huit grands ensembles de recommandations ont été formulés, qui sont exposés au chapitre 8.

3 Informations disponibles sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture dans les situations françaises

Ainsi que nous venons de le préciser dans l'exposé de la démarche, une part importante de l'expertise a été consacrée à la recherche de données permettant de documenter les expositions professionnelles aux pesticides dans l'agriculture en France. Ce chapitre présente les principaux résultats de ces investigations. Des résultats plus détaillés et des éléments de méthode sont exposés dans les autres volumes de ce rapport.

Tout d'abord, les informations statistiques et administratives ont été synthétisées pour répondre à l'une des demandes de l'auto-saisine : « *décrire la population des personnes potentiellement exposées* ». La littérature scientifique et la littérature grise traitant des expositions en France ont ensuite fait l'objet d'une analyse systématique dont les principaux résultats sont ensuite présentés et sont détaillés dans le volume 2.

Les autres sources potentielles d'information ont été inventoriées et étudiées (bases de connaissances administratives, outils de recherche, dossiers d'homologation, statistiques, opinions d'informateurs privilégiés) :

- Les divers dispositifs de vigilance identifiés comme pouvant potentiellement être source d'information sur les expositions professionnelles en agriculture (RNV3P, Phyt'attitude, enquête SUMER), les outils visant à mieux documenter les conditions générales d'exposition sur la durée (matrices cultures-expositions), les informations disponibles dans les tableaux de maladies professionnelles ont également été examinées. Les résultats détaillés de ces analyses sont présentés dans le volume 6.
- Plusieurs dossiers d'homologation ont été analysés pour repérer le type de données d'exposition sur lesquelles ils s'appuyaient pour la situation française. Les enseignements tirés de l'analyse des dossiers d'homologation sont détaillés dans le volume 7.
- Une étude spécifique a été conduite sur les données statistiques pour explorer les possibilités d'utiliser les données disponibles sur les structures et les pratiques pour mieux documenter les situations d'exposition. Ces derniers points sont développés dans le volume 5.
- Des auditions et des entretiens ont été réalisés auprès d'informateurs privilégiés pour l'ensemble du secteur et autour des deux études de cas (réentrée en arboriculture, traitements antiparasitaires en élevage ovin). Une analyse spécifique des entretiens liés à l'élevage ovin est restituée dans le volume 3.

Enfin, plusieurs études ont été conduites pour préciser l'intérêt et les limites de la littérature scientifique portant sur des situations étrangères pour éclairer les situations françaises. Les résultats de ces études sont présentés dans le chapitre suivant.

3.1 Dénombrement et caractéristiques de la population agricole

Comme nous l'avons rappelé en introduction, il y a une très grande diversité de formes concrètes d'exercice de l'activité agricole et de formes de protections sociales associées. Il est donc nécessaire de préciser les différentes façons dont peut être décrite la population des personnes travaillant dans l'agriculture pour pouvoir tenir compte de la variété et des transformations des situations d'activité qui coexistent dans le monde agricole.

Ces précisions sont fondamentales pour éviter autant que possible erreurs d'interprétations et malentendus.

■ **Pour une personne physique, il y a une très grande diversité des façons d'exercer une activité agricole**

A un moment donné, il y a une très grande variété de situations d'activité agricole : salariés de l'exploitation sous divers statuts, salariés de prestataires de service, travailleurs indépendants, pluriactifs, activité de complément de revenu, activité de loisir, etc. Autant de situations qui peuvent correspondre chacune à une situation d'activité agricole prise en compte par le recensement de l'agriculture. Le Tableau 2 fournit une première description de la variété de ces configurations bien qu'elle reste encore assez schématique : les cases « salariés », par exemple, mériteraient d'être encore détaillées. Cette hétérogénéité renvoie à une très grande hétérogénéité des statuts au regard de la protection sociale et du droit du travail, ainsi l'activité des travailleurs indépendants en agriculture n'est soumise au code du travail que pour certaines activités et/ou lorsqu'ils emploient des salariés, la protection sociale des travailleurs détachés est payée dans le pays d'origine, etc.

Au cours de la vie, les trajectoires professionnelles des personnes qui ont une activité agricole sont complexes. L'idéal type de la trajectoire professionnelle dans laquelle l'enfant d'un chef d'exploitation reprend l'exploitation et exerce toute sa vie une activité agricole professionnelle à titre exclusif ne correspond qu'à une fraction des carrières professionnelles. Y compris dans les exploitations agricoles de grande dimension où la proportion de chefs d'exploitations à temps plein est la plus élevée, il est fréquent que les carrières professionnelles fassent un détour par une autre activité, associent des épisodes de pluriactivité, voire de salariat dans une autre exploitation, etc.

Cette variété de situations ne fournit pas d'indications sur les expositions potentielles aux pesticides. Ainsi, le fait qu'un chef d'exploitation déclare une activité à temps partiel ne signifie pas forcément que le reste de son activité soit sans risque : il peut être exposé aux mêmes pesticides *via* son autre emploi dans une collectivité territoriale comme par exemple l'entretien d'espaces verts ou un travail dans une entreprise agroalimentaire.

Cette diversité de situations d'activité agricole importe pour l'analyse des situations d'exposition et ce, à plusieurs titres :

- pour la délimitation de la population et des sous-populations considérées ;
- pour l'analyse des mécanismes qui engendrent un risque d'exposition plus ou moins grand (les chemins de causalité sont très hétérogènes) ;
- pour tenir compte de la variabilité intra-groupe lors de l'analyse des effets (des interventions, des expositions) et discuter en conséquence de la qualité des extrapolations possibles ;
- pour tenir compte de ce qu'une fraction des personnes engagées à un moment donné dans d'autres secteurs d'activité ait eu à un moment de leur carrière des activités agricoles.

Tableau 2 : Différentes situations d'activités d'une personne physique ayant une activité agricole en France

Conditions d'exercice	Salariat		Travail indépendant		Combinaison d'un travail productive source de revenu	Chômage avec activité ne dégageant pas de revenus monétaires	Inactifs avec une petite activité que domestique	Inactifs ayant une activité productive ou de service ne dégageant pas de revenus monétaires	Inactifs sans activité productive autre que domestique
	un employeur	plusieurs employeurs	une activité sous statut indépendant	plusieurs activités sous statut indépendant					
concerne un seul métier	1 * salariat classique : <i>Ex. salarié agricole avec un seul employeur physique</i> *reconstitution du modèle : <i>Ex : intérim, salarié de groupements d'employeurs [plusieurs exploitants agricoles mais une seule personne morale], etc., salariés de prestataires de services dont travailleurs détachés</i>	3 un seul métier exercé en multisalariat <i>Ex : salarié agricole avec plusieurs employeurs (cumul temps partiels et/ou CDD)</i>	5 travail indépendant dans une entreprise à activité unique (dont sociétés de portage) <i>Ex type : chef d'exploitation, co-exploitant, aide familial</i>	7 plusieurs statuts indépendants dans un même secteur d'activité <i>Ex. 1. Chef d'exploitation et exploitant forestier Ex. 2. Chef d'exploitation et entreprise de travaux agricoles</i>	9 cumul de statuts pour l'exercice d'une même profession <i>Ex. Chef d'exploitation et salarié agricole</i>	11 mono-activité réduite* <i>Ex. 1. chômeur (secteur agricole) + activité agricole réduite Ex. 2. emplois « verts », travaux d'entretien (bords de rivière, etc.) dans le cadre de divers schémas d' « insertion »</i>	13 inactifs ayant une activité agricole (recensée au RA) <i>Ex. retraités, autres « inactifs » (d'origine agricole et non agricole), ayant une petite exploitation agricole dégageant des revenus</i>	14 inactifs et agriculture non marchande (recensée au RA) <i>Ex. retraités, et autres « inactifs » (d'origine agricole et non agricole pour la consommation familiale élargie et troc, activités de service bénévoles [accueil personnes à la ferme...])</i>	15 activité agricole pour autosubsistance sens strict recensée au RA <i>Ex : retraités, femmes au foyer ayant une petite activité agricole strictement destinée à l'autoconsommation</i>
concerne plusieurs métiers	2 - polyvalence (dont intérim, groupements d'employeurs, etc.) <i>Ex. salarié de groupement d'employeurs combinant activité agricole et activités para-agricoles</i>	4 multisalariat multiprofessionnel <i>Ex : salariés combinant des emplois saisonniers (agriculture /forêt, agriculture /cantonnier, etc.)</i>	6 plusieurs activités incluses sous un même statut indépendant <i>Ex. chef d'exploitation et activité de transformation de produits alimentaires issus de l'exploitation</i>	8 plusieurs statuts indépendants dans différents secteurs d'activité <i>Ex. 1. chef d'exploitation et activité de service pour collectivités locales (désherbage) Ex. 2. chef d'exploitation et accueil personnes à la ferme (handicapés).</i>	10 cumul de statuts pour l'exercice de plusieurs professions <i>Ex. Chef d'exploitation et emplois salariés dans d'autres secteurs (industrie, services).</i>	12 pluriactivité réduite* <i>Ex. « hommes à tout faire » emplois précaires dans divers domaines</i>			
	situation de monoactivité								
	situation de pluriactivité (au sens proposé par Casaux (1993), p.65)								

* dans une limite d'heures autorisées Source : d'après Laurent et Mouriaux (2008)

■ Il n'y a pas en France de définition unifiée de ce qu'est un « agriculteur »

La notion d'« agriculteur » a des contours mouvants, ainsi il n'y a pas en France de définition partagée par l'ensemble des groupes sociaux, des dispositifs statistiques et des institutions concernées, de ce qu'est un « agriculteur ». Depuis de nombreuses années, en France, l'accès au titre d'« agriculteur » est une source d'enjeux importants (Rémy, 1987) car il peut conférer des droits spécifiques en matière de droits sociaux, de fiscalité, d'accès à des aides économiques, etc. (Blanchemanche *et al.*, 2000). Selon les points de vue, le périmètre de la population d'« agriculteurs », voire de personnes travaillant dans l'agriculture, peut varier considérablement, parfois presque du simple au double. Les positions s'affrontent donc sur les définitions de sous-populations (« agriculteurs à temps plein », « agriculteurs professionnels », « grandes et moyennes exploitations », etc.) qui pourraient plus légitimement prétendre à ces droits que d'autres.

Sans entrer ici dans ce débat, nous pouvons simplement constater que (i) la dimension économique de l'exploitation, (ii) les systèmes d'activité et de revenu des ménages (pluriactivité pouvant entraîner le temps partiel des individus) et (iii) les fonctions effectivement attribuées à l'activité agricole (source de revenu principal ou complémentaire, fonction patrimoniale, loisir, etc.), sont trois dimensions qui se combinent de façon variable. Il convient donc de se méfier de typologies trop simples. Il y a des exploitations de loisir de grande dimension, des agriculteurs pluriactifs qui sont considérés comme de « vrais agriculteurs » par la profession organisée et d'autres pas, des exploitations de petite dimension destinées principalement à fournir un revenu d'appoint et d'autres qui sont principalement des activités d'agrément sans qu'il soit possible de les distinguer dans les données statistiques car elles ont des caractéristiques structurelles équivalentes (Laurent et Rémy, 1998).

Pour résumer, très schématiquement, dans le débat social et en matière de politiques publiques (Laurent *et al.*, 2002) le recours à la notion d'« agriculteur » renvoie à deux grands types de situations :

1) *Soit toutes les personnes qui exercent une activité agricole à titre indépendant dans les exploitations identifiées par le recensement de l'agriculture (les chefs d'exploitations et les actifs familiaux agricoles) sont considérées comme « agriculteur ».* Dans ce cas la population des agriculteurs inclut aussi les exploitations de retraite, de loisir, les exploitations de petite et moyenne dimension détenue par des double-actifs qui exercent un autre métier, etc. La source privilégiée d'information pour dénombrer les personnes ayant une activité agricole à titre indépendant selon cette optique est le recensement de l'agriculture.

2) *Soit le titre d'« agriculteur » est réservé aux personnes dont on estime qu'on peut leur reconnaître le statut professionnel d'agriculteur.* Le statut professionnel d'agriculteur est associé à une communauté de représentation, il codifie des compétences et des savoirs, de façon plus ou moins formalisée, qui servent de référence pour définir les normes d'exercice de la profession. La difficulté est que ces normes sont elles-mêmes variables dans le temps et dans l'espace. Par exemple, l'exercice de l'activité agricole sous certaines conditions (notamment dimension économique de l'exploitation), peut donner accès à des aides spécifiques, mais les seuils de dimension de l'exploitation qui sont retenus peuvent varier selon les départements. De même, les critères de définition visant à objectiver qui est agriculteur peuvent varier selon le type de protection sociale auquel on se réfère. La quantification des « agriculteurs » selon cette perspective est donc problématique car les chiffres varient selon les dispositifs pris en compte et selon les représentations sociales locales de qui est un « vrai » agriculteur. Les controverses soulevées par la mise en place d'un registre des chefs d'exploitation professionnels (« registre des actifs agricoles ») prévue par la loi d'avenir montrent les divergences de vue qui existent au sein même de la profession.

■ **Ce constat ne concerne pas que la France et les pays européens**

Dans de nombreux pays le titre d'agriculteur est porteur d'enjeux. Les lignes de fracture varient d'un pays à l'autre. C'est pourquoi une partie des travaux mettant en jeu des populations ayant une activité agricole se réfèrent généralement à des définitions issues de la statistique car les méthodes de dénombrement des personnes ayant une activité agricole y sont explicites (Eurofarm/Eurostat, bases FAO, SSP en France, etc.).

Une façon de réduire les malentendus est d'éviter la notion d'« agriculteur » et de construire l'analyse autour des « **personnes qui exercent une activité agricole** » à quelque titre que ce soit, en acceptant, par convention, de retenir les définitions des catégories de personnes de la statistique agricole. Ces catégories incluent : les chefs d'exploitation et co-exploitants, les membres de la famille du chef d'exploitation actifs sur l'exploitation, les salariés permanents, les salariés en contrat à durée déterminée (saisonniers, autres CDD), les salariés intervenant sur l'exploitation mais employés par une autre entreprise, etc.

■ **Les exploitations agricoles de petite dimension économique, source de controverses**

Comme nous l'avons déjà mentionné, une catégorie problématique, est celle des « petites » exploitations. En France, actuellement on considère souvent qu'une exploitation ayant des structures de production permettant potentiellement de dégager un produit brut de moins de 25 000 euros par an (produit brut standard), soit actuellement environ l'équivalent du produit de 22 ha de blé en Ile-de-France, est « petite ». Mais il n'y a pas consensus sur ce seuil. À cette notion de dimension se juxtapose souvent celle de la professionnalisation : ainsi seules les grandes exploitations seraient « professionnelles », destinées à dégager un revenu alors que les autres seraient des exploitations de loisir.

Cette dernière appréciation ne peut être retenue. Les données du dernier recensement de l'agriculture montrent en effet que 68 % de ces exploitations classées comme « petites » sont assujetties à la TVA car elles dégagent un chiffre d'affaire de plus de 5 335 euros par an. Autrement dit, dans la plupart des cas, ces exploitations produisent pour le marché avec des contraintes de rentabilité qui peuvent les conduire à utiliser des pesticides (volume 5).

C'est pourquoi, même si ces petites exploitations ne contribuent que peu à la production nationale globale, même si effectivement certaines ont une fonction de loisir, dans une perspective centrée sur l'analyse de l'exposition aux pesticides des personnes ayant une activité agricole, le GT a choisi d'en tenir compte car elles correspondent à une population nombreuse : il y avait en 2010 plus de 195 000 petites exploitations (soit 38 % du total des exploitations recensées ayant un produit brut standard de moins de 25 000 euros par an).

■ **Dénombrer les personnes qui ont une activité agricole**

Trois grandes sources de données sur les personnes travaillant en agriculture coexistent : (i) les données statistiques (recensements et enquêtes du ministère en charge de l'agriculture, du ministère en charge de l'emploi et de celui en charge de l'environnement, réseau d'information comptable...), (ii) les données administratives (gestion de la PAC, Sécurité sociale et MSA, contrôles du ministère du Travail, etc.), (iii) les bases de données *ad hoc* constituées pour un objectif de recherche ou de gestion particulier (monographies, études territoriales, etc.). Ces dernières ne permettent pas de quantifier les populations pour l'ensemble du territoire mais fournissent des informations qualitatives permettant un usage mieux raisonné des données statistiques et administratives.

• **Les actifs agricoles dans la statistique agricole**

Les données statistiques sont en principe les plus facilement accessibles. Le recensement de l'agriculture fournit des informations structurelles (dimension, système de production, main-d'œuvre...) pour un large éventail d'exploitations agricoles. Ces données, recueillies par

déclaration du chef d'exploitation, sont actualisées régulièrement par des enquêtes à partir de sondages. Elles tiennent compte de tout le travail fourni par des personnes qui travaillent à temps plein ou à temps partiel sur l'exploitation agricole.

L'exploitation agricole y est définie de façon large (SSP, 2012). Elle remplit trois critères : avoir une activité agricole, avoir une gestion courante indépendante, atteindre ou dépasser un certain seuil en superficie en production ou en nombre d'animaux (par exemple une superficie agricole utilisée (SAU) d'1 hectare, soit une superficie de culture spécialisée de 20 ares, soit une activité de production agricole estimée en nombre d'animaux, de surface ou de production (unité qui possède une vache, six brebis mères ou qui a produit 10 000 œufs ou 1 tonne de champignons au cours de la campagne 2009 - 2010).

Concernant les personnes, le recensement de l'agriculture distingue quatre grandes catégories : les chefs d'exploitation, le reste de la main-d'œuvre familiale (de la famille du chef d'exploitation ou du co-exploitant), la main-d'œuvre salariée permanente et la main-d'œuvre salariée non permanente, décomptée en unités de travail agricole. Ce faisant, d'une part la notion d'« agriculteur » n'est pas mobilisée pour définir la population agricole, d'autre part il est tenu compte de la population ayant une activité agricole dans un large éventail d'exploitations, y compris celles de très petite dimension.

La main-d'œuvre familiale (chefs d'exploitations et leurs familles travaillant régulièrement sur l'exploitation) représente près de 850 000 personnes en 2010. Le nombre de conjoints co-exploitants a beaucoup diminué à la fois parce qu'une proportion croissante de conjoints travaillent dans un autre secteur d'activité et parce qu'une fraction croissante des conjoints qui restent prennent un statut de co-exploitants. Notons que vivent également sur les exploitations d'autres membres de la famille : les conjoints ne déclarant aucune activité sur l'exploitation (160 000 en 2010) et les autres membres de la famille (enfants, ascendants...) dans la même situation.

On observe également qu'en l'espace de 30 ans, le nombre d'unités de travail agricole (UTA)⁴ recensées a diminué de près de 60 %. Une partie de la population agricole est partie à la retraite, une autre a changé de secteur d'activité, autant d'évolutions qui doivent être prises en compte dans l'analyse rétrospective des expositions.

Il faut noter que le décompte des personnes actives dans l'agriculture *via* le recensement de l'agriculture présente une limite majeure : pour la main-d'œuvre familiale et les salariés travaillant régulièrement sur l'exploitation, le nombre de personnes est bien recensé. En revanche pour les salariés « non permanents » le recueil de données dissocie le travail du travailleur. Ces personnes ne bénéficient pas de CDI mais elles travaillent parfois jusqu'à 8 mois par an pour une même exploitation (notamment *via* une succession de CDD « saisonniers »). Pour ces personnes, les informations recueillies ne considèrent pas les individus mais le nombre de journées fournies, mesuré en Unités de travail annuel (UTA). Ces volumes de temps sont ensuite agrégés : une UTA de travailleur non régulier décomptée dans le recensement de l'agriculture résulte ainsi de l'agrégation des jours de travail d'un nombre inconnu de travailleurs irréguliers. En France en 2010, 81 817 UTA de main-d'œuvre non permanente ont été recensées ; mais cette mesure ne dit rien sur les personnes concernées, leur nombre, leurs caractéristiques démographiques, leur statut (CDD normal ? CDD saisonnier ? Contrat vendange ?...). Autrement dit, le recensement de l'agriculture ne fournit pas d'information sur le nombre de personnes qui ne sont pas employées de façon non régulière dans les exploitations.

⁴ Une unité de travail annuel (UTA) est le volume de travail effectué par une personne à temps complet durant une année (229 jours), soit 1 607 heures.

Tableau 3 : Dénombrement de la main-d'œuvre active dans l'agriculture 2000-2010 et évolution du nombre d'UTA entre 1979 et 2010

	Nombre de personnes		Nombre d'unités de travail agricole (UTA)			
	2000	2010	1979	1988	2000	2010
Chefs exploitation et co-exploitants	799 109	629 087	927 767	829 560	557 856	463 553
Conjoints non co-exploitants actifs sur l'EA	258 192	144 387	653 565	431 337 + 15 064 (salariés familiaux)	188 846 + 21 792 (salariés familiaux)	63 210
Autres actifs familiaux	150 179	4 903				29 095
Non apparentés, non co-exploitants, actifs sur l'exploitation	2 052	1 510				586
Salariés permanents hors famille	181 023	162 929	198 404	152 220	137 558	135 362
Main-d'œuvre non permanente	(a) (divers CDD)	(a) (divers CDD)	84 732	84 612	95 614	81 817
Main-d'œuvre non directement employée par l'exploitation (c)	(a) (CDD + CDI)	(a) (CDD + CDI)	7 870	6 406	8 331	11 978
Total (b)	1 390 555	1 012 816	1 872 338	1 504 190	1 000 833	785 601

Source Agreste, Recensement de l'agriculture 2010 (Disar, 02_RA_001P, Fiche ra 5_1_2 ; 02_RA_006P)

Note méthodologique : a) le nombre de personnes salariées de façon non permanente est inaccessible avec ces données; b) compte tenu de l'existence de doubles actifs (notamment salarié agricole et chef d'exploitation), le « total » des personnes n'est pas exempt de doubles comptes; c) la main-d'œuvre non directement employée par l'exploitation inclut notamment les salariés de Cuma, d'entreprises de travaux agricoles...

■ Dénombrer les travailleurs occasionnels

En principe le nombre de personnes ayant un emploi non permanent en agriculture peut être approché grâce aux données administratives sur le nombre de contrats à durée déterminée (y compris les contrats saisonniers). L'examen de ces données montre qu'en 2009, en septembre, mois où l'agriculture occupe le plus de personnes, plus 300 000 personnes sont employées *simultanément* sous diverses formes de contrats à durée déterminée (Villaume (2011) ; volume 5 section 2.2.1). Mais l'analyse du nombre total de contrats passés dans l'année ne permet pas d'aller plus loin car une même personne peut avoir plusieurs contrats dans une même année.

Cependant les 22 caisses de la MSA en France métropolitaine ont chacune dénombré les personnes ayant un ou plusieurs CDD dans leur périmètre géographique. Le Tableau 4 restitue ces données agrégées au niveau national. Les données obtenues (environ 800 000 personnes) ne sont qu'une approximation du nombre de salariés non réguliers. Elles sont entachées de deux biais qui jouent en sens inverse dont il est difficile d'évaluer l'amplitude. D'une part elles ne prennent pas en considération les possibilités de double compte, par exemple un salarié saisonnier travaillant successivement dans deux régions couvertes par deux caisses de la MSA. Il semble que cet appariement des fichiers des différentes caisses de la MSA n'ait jamais été fait au

niveau national⁵. D'autre part ces données n'incluent ni les travailleurs détachés, ni bien sûr les personnes non déclarées.

Tableau 4 : Nombre de personnes physiques ayant eu un CDD dans l'agriculture en 2013 par catégorie de risque « accidents du travail » (France métropolitaine)

Catégorie de risque accident du travail	Nombre total	Dont	
		Homme	Femme
Cultures spécialisées	223 063	129 416	93 647
Champignonnières	1 035	248	787
Élevage spécialisé de gros animaux	10 731	6 588	4 143
Élevage spécialisé de petits animaux	14 905	9 167	5 738
Entraînement, dressage, haras	13 283	4 958	8 325
Conchyliculture	11 364	6 628	4 736
Marais salants	555	393	162
Cultures et élevage non spécialisé	145 589	96 725	48 864
Viticulture	323 401	200 888	122 513
Sylviculture	2 532	2 343	189
Exploitations de bois	5 666	5 355	311
Scieries fixes	2 201	1 980	221
Entreprises de travaux agricoles	45 310	34 817	10 493
Organismes de remplacement, de travail temporaire	9 391	5 331	4 060
Total	809 026	504 837	304 189

Source : MSA/sous-direction du travail et de la protection sociale du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

■ Le cas particulier des travailleurs occasionnels et les recompositions du statut des travailleurs migrants⁶

• L'importance des travailleurs occasionnels dans certains secteurs de production

Pour plusieurs secteurs de production en France, notamment productions de fruits, légumes, vigne, le recours aux travailleurs occasionnels est fondamental car les besoins en main-d'œuvre varient fortement dans le temps et leur occurrence est en partie aléatoire : le moment de la récolte et celui de plusieurs interventions clé dépendent des caractéristiques climatiques qui varient d'une année à l'autre. Ainsi, au recensement de l'agriculture en 2010, 23 % du total du travail recensé dans les exploitations agricoles de la région PACA était fourni par des travailleurs occasionnels et par des personnes qui interviennent sur l'exploitation mais qui ont d'autres employeurs (prestataires de service, entreprises d'intérim). Cette proportion était de 12,6 % pour la France entière (RA 2010).

⁵ Compte tenu de l'importance d'avoir des chiffres précis quant au nombre de personnes potentiellement exposées et concernées par les actions de prévention, le GT a fait des demandes répétées pour obtenir ces données auprès de la MSA et du ministère de l'Agriculture,

⁶ Cette section est directement tirée de : Laurent C (2013) Chapter 7 The Ambiguities of French Mediterranean Agriculture: Images of the Multifunctional Agriculture to Mask Social Dumping? In 'Agriculture in Mediterranean Europe: Between Old and New Paradigms.' pp. 149-171)

Bien qu'elle soit fondamentale pour la bonne marche des exploitations, cette main-d'œuvre est mal connue. Plusieurs raisons contribuent à expliquer que cette fraction du travail agricole a toujours été mal décrite :

- La complexité des situations d'activité concernées est difficile à maîtriser même par des approches monographiques approfondies. Les périodes d'activité de cette main-d'œuvre occasionnelle sont très variées, depuis une journée à plusieurs mois, selon une durée continue ou plus ou moins fragmentée. Les tâches à réaliser sont très diverses. Les compétences requises sont disparates. L'éventail des personnes concernées est très large : activité d'appoint de personnes résidant dans la région, stagiaires, main-d'œuvre spécialisée circulant d'exploitation en exploitation, travailleurs migrants aux statuts divers...
- Les données administratives (déclaration auprès des services en charge de la protection sociale liée à l'activité professionnelle, etc.) sont très incomplètes. Le secteur agricole est connu pour le taux élevé de « sous-déclarations » qui y est constaté (par exemple CNLTI (2007), CNLTI (2012), DGT (2012)). Les analyses convergent pour estimer que la contribution des travailleurs occasionnels est sous-estimée, qu'il s'agisse des personnes employées directement par l'exploitation ou de celles intervenant dans l'exploitation mais employées par d'autres organisations : sous-traitants, agences d'intérim, travailleurs détachés...
- Ainsi que nous l'avons vu précédemment, les statistiques agricoles telles que les recensements de l'agriculture dissocient le travail du travailleur dès lors qu'il s'agit de travail occasionnel ou de travail réalisé sur l'exploitation par des salariés d'une entreprise extérieure. Notons que ce dernier type d'intervention sur les exploitations se développe en France, et inclut notamment des personnes venant faire des traitements sur l'exploitation (traitements phytopharmaceutiques mais aussi traitement des bâtiments et des animaux).
- Un ensemble convergent d'informations obtenues par des travaux monographiques et par les observations des services déconcentrés du ministère en charge du travail donne à penser que cette population de personnes travaillant dans l'agriculture est en profonde transformation (Agreste, 2011; Breem, 2012; CCMSA, 2014; DGT, 2012; Mesini, 2008). La période semble marquée en particulier par une invisibilité croissante de la main-d'œuvre migrante non permanente.

- **Le cas particulier des migrants**

En France, la population des travailleurs étrangers dans l'agriculture correspond à trois situations principales :

(i) Les travailleurs étrangers employés directement par l'exploitant qui ont organisé indépendamment leur venue sur le territoire notamment *via* des réseaux familiaux (par exemple Michalon et Potot (2008)). Depuis le 1^{er} juillet 2008, après une phase d'accords transitoires, la France a ouvert son marché du travail à tous les travailleurs des États membres de l'UE. En particulier, les personnes qui venaient antérieurement des pays de l'Est de l'Europe dans le cadre d'accords mis en place par l'agence en charge de l'immigration bénéficient désormais d'un droit de libre circulation.

(ii) Les travailleurs étrangers recrutés par des agences d'intérim ou des entreprises qui proposent des prestations de service pour l'exploitation (travailleurs détachés). Cette possibilité a été ouverte par l'accord général sur les services signé par l'UE en 1994. La directive 96/71/CE qui régule cette possibilité prévoit que les travailleurs mis à disposition d'une entreprise française par une entreprise étrangère, dès lors qu'ils travaillent sur le sol français, doivent bénéficier des garanties associées au droit du travail français y compris en matière de prévention.

(iii) Les travailleurs venant dans le cadre d'accords institutionnels entre la France et des pays tiers hors UE. Ils sont employés sous contrat nominatif. Ces accords permettent à une agence officielle, actuellement l'Office français de l'immigration et de l'intégration (OFII), de créer sur place des antennes de recrutement. Ces travailleurs ne peuvent rester en France que pour une durée limitée de six mois maximum par an sauf dérogation et une même personne peut revenir d'année

en année⁷. La proportion relative de travailleurs venant de l'extérieur de l'UE dans le cadre des accords de l'OFII, notamment marocaine, s'est réduite alors que les travailleurs polonais qui étaient nombreux ont disparu des statistiques de cet organisme depuis qu'ils peuvent circuler librement dans l'UE (Breem, 2012).

Ces évolutions pourraient être considérées comme une avancée vers des situations d'emploi plus respectueuses des droits des salariés et du respect des règles de santé et sécurité au travail. Mais ce n'est pas certain. En effet, de nouvelles formes de triangulation du contrat de travail se développent, avec des statuts d'emploi équivoques, difficiles à relier à des droits sociaux précis.

Diverses formules sont explorées par des entreprises d'intérim ou de prestation de service qui mettent des travailleurs étrangers à disposition d'agriculteurs français. Il y a une déconnexion croissante entre la nationalité de l'entreprise d'intérim ou de prestation de services, et celles des salariés détachés. Ainsi un grand nombre d'entreprises espagnoles d'intérim ou de prestations de services mettent à disposition des agriculteurs du sud de la France des salariés venant des pays de l'est (Roumanie, Bulgarie, Pologne...) ou au-delà (Équateur...) (DGT, 2012). Dans certains cas, ces entreprises jouent simplement sur les différences de coût de la protection sociale entre pays pour proposer des prestations à un coût plus avantageux que celui que peuvent offrir les entreprises françaises. Dans d'autres cas, la baisse du coût des prestations résulte de fraudes qualifiées par le ministère en charge du travail de « simples » (non-paiement des salaires, dépassement de la durée légale du travail, non-paiement des heures supplémentaires, etc.)... ou « complexes » (travail illégal, non-déclaration des accidents du travail, voire esclavage moderne). En outre, « *La gravité de ces fraudes est accentuée du fait des manquements en matière d'hygiène et de sécurité, de surveillance médicale, de prévention des risques professionnels (accidents du travail, maladies professionnelles, etc.)* » (DGT (2012), p. 53⁸).

Quel est le nombre de personnes concernées ? En principe, les entreprises qui détachent ces travailleurs doivent les déclarer officiellement aux services déconcentrés du ministère en charge du travail. Toutefois ces déclarations ne sont pas toujours faites, et les services concernés paraissent assez démunis pour faire respecter la législation. Un rapport de la direction générale du travail sur ce thème (DGT, 2012) est émaillé de constats du type suivant : « *Languedoc-Roussillon. 2^e semestre 2011. La plupart des entreprises agricoles intervenant sur les Hauts-Cantons négligent systématiquement d'adresser à l'inspection du travail les déclarations de détachement. Ces entreprises ne donnent jamais suite aux courriers qui peuvent leur être adressés* ». (p. 10) « *Languedoc-Roussillon. 2^e semestre 2011. La politique de domiciliation en Espagne d'entreprises pour l'essentiel roumaines (ou bulgares) continue de prospérer en permettant l'emploi d'une main-d'œuvre roumaine et bulgare enregistrée sur les registres de la police en Espagne pour les mettre ensuite à disposition d'entreprises françaises dans le cadre de contrats de prestation de services équivalents à un prêt de main-d'œuvre illicite voire à des marchandages*⁹ » (p. 30). Le constat d'impuissance des services du ministère du Travail est tel que, pour l'année 2011, le rapport renonce à estimer le nombre de prestations non déclarées et l'ampleur des fraudes (DGT (2012), p. 22).

Ces constats invitent à aborder la question du dénombrement des personnes qui travaillent dans l'agriculture avec une certaine circonspection.

⁷ S'y ajoute un certain nombre de variantes dépendant des contrats bilatéraux signés par la France ou des arrangements entre fédérations d'entrepreneurs et administrations territoriales.

⁸ Ce rapport concerne l'ensemble de la France et l'ensemble des secteurs d'activité.

⁹ Le prêt de main-d'œuvre est strictement encadré par le droit du travail français qui distingue l'interdiction du prêt de main-d'œuvre à but lucratif (L.125-1) et le délit de marchandage (L.125-3). Il y a délit de « marchandage » lorsque l'opération de fourniture de main-d'œuvre entraîne un préjudice pour le salarié, par exemple en lui versant un salaire inférieur au salaire minimum en vigueur en France (Mouriaux M-F (2006) Du fait au droit, diverses figures du temps partagé. Centre d'études de l'emploi, 26p.).

• Points clés sur la catégorisation des personnes travaillant dans l'agriculture

Au total, il apparaît que la diversité des situations d'activité agricole, l'ampleur des recompositions en cours dans l'agriculture française, la difficulté de recueillir des informations sur la situation des travailleurs occasionnels, la polysémie des définitions et les enjeux sociaux qu'elles recouvrent, sont autant d'appels à la vigilance pour interpréter avec précision les informations relatives aux personnes travaillant dans l'agriculture.

- Le recensement de l'agriculture fournit des données (âge, sexe, formation, autre secteur d'emploi, temps passé sur l'exploitation) sur les personnes mais uniquement pour la main-d'œuvre familiale ayant une activité régulière sur l'exploitation (n = 848 000 en 2010) et quelques données sont disponibles (âge, sexe...) sur les salariés permanents (n = 163 000 en 2010).
- Les caractéristiques des personnes déclarées qui travaillent de façon non régulière sous divers types de CDD (entre 300 000 et 800 000 personnes déclarées) restent imprécises, ou pour le moins, n'ont pu être communiquées au GT.
- D'autres catégories de personnes interviennent directement dans l'exploitation et peuvent y subir des expositions professionnelles aux pesticides. Elles ont des statuts très hétérogènes. Il s'agit principalement des salariés d'entreprises de prestations de service françaises et étrangères (techniciens agricoles, entreprises de travaux à façon...) et des élèves de l'enseignement agricole public et privé qui effectuent souvent des stages en exploitation lors de leur cursus. Rappelons qu'à la rentrée scolaire 2010, l'enseignement technique et supérieur agricole accueillait 186 432 élèves et étudiants en France métropolitaine et en outre-mer. Les stages en exploitation représentent une fraction significative des millions d'heures de travail en stage fournies par ces élèves et étudiants (> 20 millions en 2010, DGER (2011)).
- A côté de ces personnes qui déclarent être actives sur les exploitations s'ajoutent les conjoints d'exploitant non actifs sur l'exploitation mais qui souvent y résident (n = 160 000 en 2010) et peuvent donner des coups de main, et les autres membres du ménage (enfants, ascendants...) qui n'ont pas été pris en compte lors du dernier recensement, qui eux aussi souvent résident sur l'exploitation.

Pour l'avenir, disposer de données précises sur la diversité des situations existantes paraît essentiel pour construire une base de connaissances utilisable par différents types d'acteurs et de partenaires sociaux, pour interpréter et combiner les données permettant d'analyser la situation présente comme pour concevoir la prévention.

3.2 Informations issues de la littérature sur la France

3.2.1 Introduction

La première source de données explorée pour faire l'inventaire des connaissances disponibles sur la question des expositions professionnelles aux pesticides en France et leurs déterminants a été la littérature scientifique, c'est-à-dire l'ensemble des articles publiés dans des revues où les résultats proposés sont examinés par des pairs (revues à comité de lecture). Les bases méthodologiques et les principaux résultats de cet inventaire sont présentés ci-dessous et des tableaux récapitulants les caractéristiques des références retenues sont fournis en annexe 3 de ce volume.

Nous avons tenu compte des thèses de doctorat dans la mesure du possible. Certaines, qui portent explicitement sur la question des expositions, ont donné lieu à des publications qui sont prises en compte dans la partie « littérature scientifique ». Les thèses d'exercice (pharmacie, médecine, vétérinaire) ont en partie été examinées, toutefois, faute de fichier informatisé de ces thèses depuis leur création, l'inventaire ne pouvait être exhaustif.

Nous avons également inventorié et analysé, sans toutefois leur accorder le même statut, d'autres types de résultats de recherche non publiés dans des revues à comité de lecture, et donc non validés par des pairs : diverses sources de littérature grise (communications non publiées à des congrès, rapports divers...) et des articles publiés dans des revues professionnelles. Ces sources de documents ont été identifiées grâce à l'expertise des membres du GT, du personnel de l'Anses et des personnes auditionnées. Par définition cet inventaire ne peut être exhaustif, certaines organisations ne rendant publique qu'une partie limitée des données qu'elles produisent.

Pour garantir la traçabilité de la démarche poursuivie, mais aussi pour permettre de mettre à jour périodiquement la base de connaissances ainsi constituée, le détail des recherches bibliographiques réalisées (requêtes, bases de données explorées, fiches de lecture, listes des références rejetées) est fourni dans le volume 2. La méthodologie de l'inventaire de la littérature grise y est également développée.

3.2.2 Démarche adoptée pour la revue de la littérature scientifique

3.2.2.1 Revue de plusieurs points de vue disciplinaires

Dans la constitution de son groupe d'experts, l'Anses a estimé que la complexité de la question posée nécessitait le recours à des disciplines variées, afin d'éviter un traitement trop réducteur ou parcellaire de la question des expositions professionnelles aux pesticides et de leurs déterminants. Cependant, rares sont les expertises qui associent des disciplines aussi diverses que la toxicologie, l'épidémiologie, l'expologie, l'ergonomie et les sciences humaines et sociales. Il n'y a pas, pour l'heure, de méthode clé en main pour la conduite d'une telle démarche. Nous avons donc conçu une méthode *ad hoc* de revue systématique, fondée sur des principes méthodologiques communs issus des guides de la collaboration Cochrane et de la collaboration Campbell¹⁰.

La revue de la littérature scientifique a été partagée en grands domaines disciplinaires répondant à la fois aux domaines de compétence des experts et aux formes d'organisation de la littérature scientifique dans les grandes bases documentaires internationales. Les investigations ont fait l'objet de nombreux échanges (ajustements méthodologiques, discussion des synthèses, gestion de doublons, etc.).

Le degré de complétude de cette revue a été testé à l'aide des connaissances des experts du groupe et d'un appel public à contributions complémentaires sur la base d'un premier inventaire rendu public en février 2014 (appel publié sur le site Internet de l'Anses du 18 février au 20 avril 2014). L'appel a été activement et largement diffusé auprès des personnes et organismes susceptibles de détenir des informations sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant en agriculture : auteurs des publications retenues dans la revue de la littérature, ministère chargé de l'agriculture, ministère chargé de la santé, ministère chargé du travail, ACTA, ANACT, APCA, CEHTRA, FNGDS, Générations futures, INRS, In Vivo, Irstea, MSA, Phyto-Victimes, UIPP, etc. Cet appel a également été relayé par la presse technique agricole comme *La France agricole*, la *Lettre mensuelle de l'Anses*, le RESE, l'IReSP.

Les retours de cet appel à contribution ont montré que peu d'articles pertinents nous avaient échappé.

¹⁰ Accessibles en ligne sur divers sites, notamment *The Campbell collaboration*, et *The Cochrane collaboration*

3.2.2.2 Bases de données explorées pour la littérature scientifique

Les bases de données explorées incluent Scopus, Pubmed, Science Direct, CAB, Agris, Agricola, Eric, Géobase, Georef, PsycCritiques, Econlit, Cairn, Cochrane database of systematic reviews, Socindex, International political science abstracts, Political science, Historical abstracts.

Pour cet état de la littérature sur les situations françaises, les requêtes ont été conçues pour faire remonter le maximum d'information en tenant compte des spécificités des bases de données consultées (requêtes en anglais et en français pour certaines bases telles que Cairn, sans limite de date). Au total, 1 502 références ont été identifiées avec ces requêtes larges.

La pertinence des requêtes a été éprouvée en vérifiant qu'elles permettaient d'identifier les articles sur les expositions en France dont avaient connaissance les experts du groupe de travail.

3.2.2.3 Sélection des articles

Pour être retenu et classé « pertinent » dans l'analyse qui suit, un document doit répondre simultanément à quatre critères d'inclusion, détaillés dans le Tableau 5, sans date limite de publication :

- le type de population d'étude (toute personne exerçant une activité agricole, y compris les travailleurs occasionnels et les personnes non employées directement par l'exploitation mais y travaillant) ;
- le type de produit (tout type de « pesticides » tels que définis dans l'autosaisine) ;
- le type de phénomène analysé (tout phénomène mettant explicitement en jeu ou favorisant les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture [en lien avec l'exercice de leur activité] ; tous les facteurs d'exposition aux pesticides rencontrés lors de l'exercice d'une activité agricole dans l'exploitation [toutes les opérations, en extérieur ou dans des bâtiments]) et/ou avec le cheptel de l'exploitation ;
- le champ géographique (France entière, y compris l'ensemble des territoires d'outre-mer).

Les types d'études retenus diffèrent toutefois selon les disciplines. Les raisons de ces choix sont explicitées dans les différentes revues. Pour chaque ensemble disciplinaire, un premier tri a été réalisé en vérifiant si les articles répondaient à tous ces critères d'inclusion. Fin 2014, 110 articles avaient été retenus pour analyse approfondie.

Tableau 5 : Grille de sélection des résumés

	Description	Pertinent	Non pertinent
Population	Toute personne exerçant une activité agricole , y compris les travailleurs occasionnels et les personnes non employées directement par l'exploitation mais y travaillant.	Études traitant d'une de ces catégories de personnes.	La population n'est pas spécifiée ou études concernant d'autres types de populations (par exemple jardinage de loisir).
Type de produits	Phytopharmaceutiques (insecticides, fongicides, herbicides), biocides lorsque ces produits sont utilisés pour l'activité agricole (culture, élevage, bâtiments, protection des semences, etc.), médicaments vétérinaires pour lutter contre mycoses et parasites externes.	Tout pesticide correspondant à la définition de l'autosaisine, quel que soit le registre réglementaire des produits utilisés (produits phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires, produits illégaux).	Les produits ne pouvant donner lieu à aucune exposition (par exemple médicaments vétérinaires à usage strictement interne sans impact connu sur une exposition ultérieure [via excrétion par la peau, les phanères...]). Les médicaments sortant du champ de l'autosaisine :

			antibiotiques, hormones.
Type d'objet analysé	Tout phénomène mettant explicitement en jeu les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. Toutes les formes d'exposition aux pesticides utilisés pour l'exercice de l'activité agricole dans l'exploitation (toutes les opérations, à l'extérieur ou à l'intérieur).	Toutes les situations d'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture, quel que soit le niveau analytique envisagé. Cas limite inclus : les expositions de la famille résidant sur l'exploitation et/ou directement associée à une opération liée à l'usage des pesticides (p. ex. lessive des vêtements contaminés). Les études traitant des déterminants des comportements des agriculteurs vis-à-vis des expositions (p. ex. aversion au risque), des coûts individuels et sociaux de problèmes de santé résultant d'expositions aux pesticides, de la prise en compte des risques sanitaires liés aux expositions à risque dans des stratégies de marché.	Les expositions hors exploitations agricoles ou liées à des activités non agricoles sur l'exploitation. Les études sur les comportements, les réponses aux incitations financières et réglementaires qui ne concernent que les conséquences de l'utilisation des pesticides sur l'environnement et la qualité des aliments (résidus) et non la santé des utilisateurs.
Descripteur géographique	France.	France, y compris tous les territoires d'outre-mer.	Autres pays.

Ces articles ont ensuite été analysés avec des grilles de qualité explicites. Ces grilles d'analyse diffèrent selon les approches disciplinaires. Finalement 74 publications ont été considérées comme fournissant des informations utilisables pour traiter des expositions en France selon les objectifs de l'autosaisine.

La Figure 1 résume les différentes étapes de la sélection des articles scientifiques, chacune d'entre elles étant détaillée dans le volume 2.

En outre 41 documents répondant aux critères d'inclusion ont été retenus pour l'analyse dans la littérature grise (cf. volume 2 annexe 1 pour la méthodologie de recherche et annexe 2 pour les fiches de lecture).

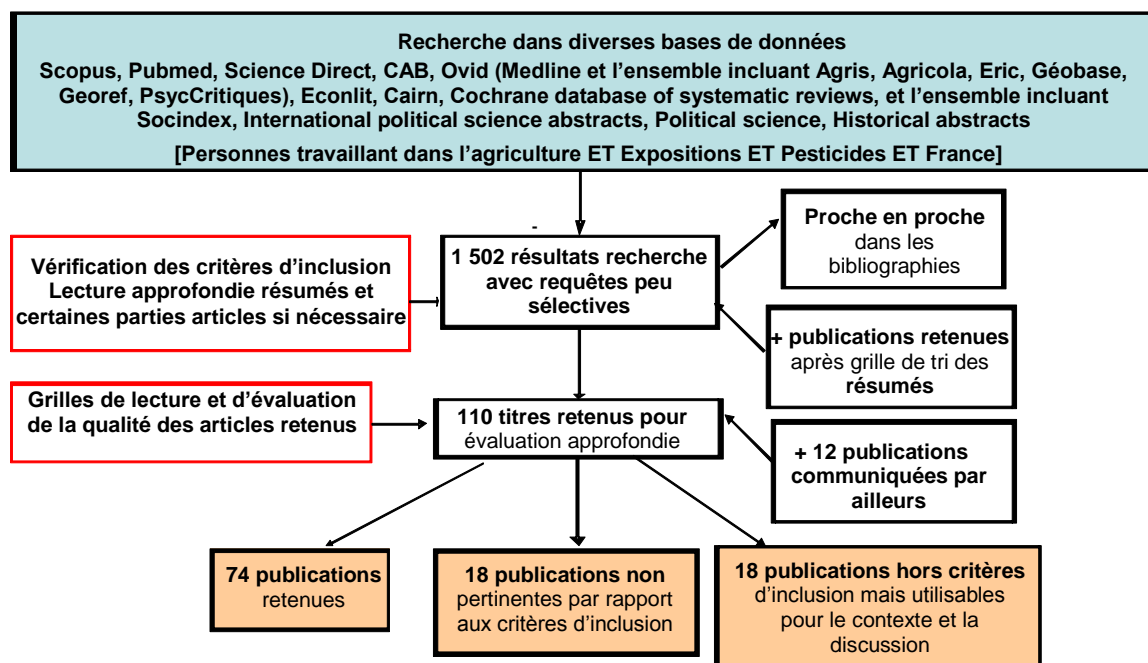


Figure 1 : Principales étapes de la revue systématique

Au total les documents répondant à tous les critères d'inclusion se répartissent de la façon suivante :

Tableau 6 : Distribution des documents répondant aux critères d'inclusion par domaine disciplinaire

Domaine disciplinaire	Articles scientifiques	Thèses et littérature grise
météorologie	12 *	5
épidémiologie	46	1
ergonomie	8 *	31
SHS	10	4

*Note méthodologique : * 2 études sont communes à deux domaines.*

Ajoutons enfin que plusieurs revues professionnelles ont été examinées (culture et élevage). C'est principalement dans la revue *Phytoma* qu'ont été trouvés des articles abordant la question des expositions professionnelles aux produits phytopharmaceutiques. Cependant les 19 articles retenus pour l'analyse répondent à une approche technique et prescriptive des pratiques et de la sécurité quant à l'utilisation des pesticides, sans réellement considérer l'exposition effective des personnes travaillant dans l'agriculture. Seul l'article de Bassinot (1998) relate des résultats sur l'exposition d'expérimentateurs sur culture basse, vigne haute et arboriculture, il est intégré à la partie météorologie.

3.2.3 Revue systématique des articles scientifiques disponibles dans le domaine de la mesure de l'exposition (météorologie)

Au total, parmi les 345 références obtenues avec les requêtes, 12 articles ont été jugés « pertinents » car répondant à tous les critères d'inclusion (y compris pour l'outre-mer). Deux articles supplémentaires ne portant pas sur des personnes travaillant dans l'agriculture mais sur d'autres professionnels exposés aux pesticides (Bouvier *et al.*, 2006a; Bouvier *et al.*, 2006b) sont également rapportés ici pour informer le contexte.

Par ailleurs, les recherches dans la littérature grise et les fichiers des thèses (selon une méthodologie détaillée dans l'annexe 1 du volume 2) nous ont permis d'identifier cinq documents dont l'analyse est également présentée à la fin de cette section.

Parmi les 12 publications retenues, trois correspondent à des recherches qui ne produisent pas de données d'exposition originales mais fournissent des informations sur les situations d'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture française. Il s'agit de l'étude de Bemer *et al.* (2007) qui vise à tester l'efficacité des cabines, de celle de Boulard *et al.* (2012) qui modélise l'impact de la production de tomates sous serre sur les travailleurs impliqués dans les traitements et les réentrées, et de celle de Guldner *et al.* (2011) qui synthétise les données existantes concernant les expositions des travailleurs au chlordécone en Guadeloupe (Multigner *et al.*, 2006; Multigner *et al.*, 2008; Multigner *et al.*, 2010).

Les principales caractéristiques et les résultats des neuf études qui apportent des données d'exposition pour les personnes travaillant dans l'agriculture en France sont mentionnés dans le Tableau 20. Quatre d'entre elles entrent dans le cadre du programme PESTEXPO mené en viticulture et en grandes cultures afin de fournir des données d'exposition dans les études épidémiologiques portant sur les effets des pesticides. Elles produisent des données de terrain concernant les contaminations cutanées et respiratoires, mais ne présentent pas de résultats concernant des paramètres biologiques. Elles portent sur des herbicides et des fongicides, et analysent des déterminants de l'exposition : caractéristiques du travailleur, de la culture, du

matériel, des équipements de protection et des pratiques. La plus récente d'entre elles porte sur l'exposition des travailleurs lors des opérations de réentrée en vigne et lors des vendanges, en décrivant à la fois le niveau de contamination externe et les déterminants de cette contamination pour différentes tâches. Deux autres études, coordonnées par la Mutualité sociale agricole consistent en des prélèvements urinaires de substances et métabolites (arsenic, et éthylène-thiourée comme marqueur des dithiocarbamates), couplées à des observations de terrain portant sur les pratiques et le matériel. Les trois dernières études concernent les traitements en serre, la viticulture et les noyers.

Cet inventaire met en lumière le faible nombre d'études accessibles en France dans ce domaine, leur caractère récent (toutes, à l'exception de celle de Mestres *et al.* (1985) sont postérieures à 2000), le nombre parfois limité d'observations, l'hétérogénéité des protocoles. Les unes portent sur la contamination cutanée et/ou respiratoire, alors que d'autres ne mesurent que les métabolites urinaires. Les techniques utilisées varient, et le nombre de points de mesure également (en fonction du nombre de tâches observées, du nombre de zones du corps considérées). De la même manière, l'analyse met en évidence l'hétérogénéité des paramètres observés sur le terrain, en parallèle des mesures réalisées, et parfois des discordances sur le lien entre ces paramètres et les niveaux d'exposition. Ces constats sont confirmés par l'analyse de la littérature grise accessible (*cf.* encadré ci-dessous analysant six références identifiées dans ce champ).

Les principaux déterminants des niveaux d'exposition mis en évidence par une ou plusieurs de ces études sont le type de tâche, le nombre de phases de travail (nombre de préparations de bouillie, d'application ou de nettoyage du matériel) au cours de la journée, le type de matériel utilisé pour le traitement, la présence d'une cabine sur le tracteur, l'existence de problèmes techniques et d'incidents, le niveau d'études des personnes observées, leur statut (salarié ou exploitant).

Les principaux éléments qui ressortent de ces articles sont :

- le rôle prépondérant de la contamination cutanée par rapport aux autres voies d'exposition, notamment les mains et les membres inférieurs (Baldi *et al.*, 2006; Bouvier *et al.*, 2006a; Bouvier *et al.*, 2006b; Lebailly *et al.*, 2009; Mestres *et al.*, 1985) ;
- en viticulture (Baldi *et al.*, 2006), lors des journées de traitement, la phase d'application est plus contaminante (50 %) que la phase de préparation (30 %) ou de nettoyage (20 %) alors qu'en culture céréalière, la phase de préparation représente 75 % de la contamination de la journée (Lebailly *et al.*, 2009) ;
- les facteurs influençant le niveau de contamination lors des tâches de réentrée en vigne sont le délai depuis le dernier traitement, la dose de substance active à l'hectare, les caractéristiques météorologiques, les caractéristiques de la culture, le port de gants et les vêtements (le rôle limité des équipements de protection individuelle est souligné), le nombre de phases de préparation au cours de la journée, le type de matériel, le niveau d'étude du travailleur et son statut (Baldi *et al.*, 2014; Baldi *et al.*, 2012) ;
- l'importance de la cabine fermée comme protection vis-à-vis des aérosols est constatée par plusieurs études (Bemer *et al.*, 2007; Dupupet *et al.*, 2010; Grillet *et al.*, 2004) ;
- un pulvérisateur trainé semble moins exposant qu'un pulvérisateur porté (Lebailly *et al.*, 2009; Thibaudier *et al.*, 2011) ;
- l'importance de la prise en compte des activités de réentrée et de vendanges dans les *scenarii* d'exposition des travailleurs aux pesticides est soulignée (Baldi *et al.*, 2014).

Les 12 publications retenues font toutes ressortir la pertinence des préoccupations concernant l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. D'une part, à chaque fois que cela est mesuré, elles confirment la réalité de ces expositions professionnelles, d'autre part elles font ressortir des phénomènes contre-intuitifs, fondamentaux pour la prévention, comme l'importance de la contamination lors de la réentrée.

Littérature grise dans le domaine de la métrologie. Analyse complémentaire des données issues de cinq documents.

Les cinq documents identifiés dans cette partie (Bassinot, 1998; Berode *et al.*, 1999; Großkopf *et al.*, 2013; Lepetit, 1997; Urtizberea, 2002) confirment les conclusions de la littérature académique. Quatre documents décrivent des études de terrain, un article présente un nouveau modèle de mesure d'exposition des opérateurs effectuant des traitements, et un rapport discute de l'évaluation des risques pour la santé humaine lors d'une exposition au fipronil. La plupart de ces documents se focalisent sur l'exposition des opérateurs effectuant des traitements : l'étude de Berode *et al.* (1999) traite néanmoins de la manipulation de plantes traitées (réentrée) et l'étude d'Urtizberea (2002) s'intéresse à l'exposition des travailleurs cueillant des pêches. Dans les études de terrain, tous les documents mesurent l'exposition en fonction de la contamination des vêtements (combinaisons de travail, gants, chapeaux...) et/ou de prélèvements d'air ambiant, mais ne considèrent pas les mesures biologiques à l'exception de l'étude de Berode *et al.* (1999). Dans cette étude, un métabolite non spécifique aux produits étudiés a été analysé dans les urines et l'activité de la cholinestérase (biomarqueur d'effet) a été mesurée dans le sang.

Les documents confirment l'importance de l'exposition cutanée par rapport à la voie respiratoire.

Quant à l'article de Großkopf *et al.* (2013), il présente un nouveau modèle pour mesurer l'exposition des opérateurs effectuant des traitements phytopharmaceutiques. Le modèle se base sur des études métrologiques non publiées et sur les éléments considérés dans l'évaluation des produits, soit i) le type de formulation de la spécialité commerciale (liquide ou solide) et ii) le type d'usage et donc le type d'application. Ces éléments déterminent le choix du scénario, avec une estimation de l'exposition toujours séparée pour les phases de mélange-chargement et d'application. Les études de terrain prises en compte dans les *scenarii* sont résumées dans les tableaux de la note de lecture de l'article en annexe 2 du volume 2.

Tout comme dans la littérature académique, les données d'exposition sur les secteurs agricoles, les observations des activités de réentrée ou de nettoyage sont limitées, et les données d'exposition aux biocides et aux médicaments vétérinaires sont manquantes.

3.2.4 Revue systématique des articles scientifiques disponibles dans le domaine de l'épidémiologie

Au total, 46 articles ont donc été lus pour en extraire l'information pertinente concernant la mesure de l'exposition professionnelle aux pesticides agricoles. Le nombre des publications sur ce sujet a doublé entre les décennies 1990-1999 et 2000-2009.

Parmi ces articles, 24 concernaient des études menées sur le risque de cancer ou sur des biomarqueurs de génotoxicité, 14 sur des maladies neurologiques, 5 sur des troubles de la reproduction ou du développement, 2 sur des pathologies respiratoires et 1 sur des maladies hématologiques non cancéreuses.

Les études ont été classées en deux catégories selon que leurs objectifs principaux étaient les effets des pesticides sur les personnes professionnellement exposées ou pas. Dans chacune de ces catégories, nous avons ensuite distingué les grandes catégories d'outils utilisés pour estimer les expositions aux pesticides.

La totalité des articles portant sur les maladies neurologiques (n = 14) et sur les pathologies respiratoires (n = 2) portaient spécifiquement sur les effets des expositions professionnelles aux pesticides pour les populations agricoles alors qu'une seule des cinq études sur les troubles de la reproduction, et 18 des 24 études sur les cancers ou utilisant des biomarqueurs de génotoxicité portaient sur ces populations.

En outre, les recherches dans la littérature grise nous ont permis d'identifier un rapport pertinent pour l'expertise dont l'analyse est également présentée à la fin de cette section.

3.2.4.1 Contenu et analyse

Nous rappelons que l'objectif de cette analyse de la littérature épidémiologique était de faire le point sur la manière dont les études épidémiologiques envisagent l'exposition aux pesticides agricoles pour en étudier les effets sur la santé humaine. Il ne s'agissait donc aucunement de faire une synthèse des effets de santé mis en évidence par ces études (ce qui a été réalisé récemment, notamment dans le cadre d'une expertise collective de l'INSERM), mais de manière ciblée d'identifier dans leur méthodologie la manière dont l'exposition était quantifiée, et les déterminants qui étaient pris en considération.

3.2.4.1.1 Études sur les troubles de la reproduction

Seule l'étude transversale de Thonneau *et al.* (1999) s'intéresse principalement aux effets de l'exposition professionnelle aux pesticides en milieu agricole, plus spécifiquement en milieu viticole. Cependant, aucune information n'est disponible dans l'article sur les déterminants d'exposition (types de pesticides, EPI, matériel de traitement...). Les trois autres études portent sur la population générale sans données spécifiques présentées sur les éventuels professionnels agricoles inclus. Il s'agit d'une étude cas-témoins (Brucker-Davis *et al.*, 2008), d'une cohorte historique (Migeot *et al.*, 2013) et de la cohorte prospective mère-enfants Pélagie (Chevrier *et al.*, 2011; Petit *et al.*, 2010).

3.2.4.1.2 Études sur les maladies neurologiques

Trois études cas-témoins ont été réalisées en population générale, la première en Gironde s'appuyait sur un calendrier professionnel complété d'une expertise (Phytopark ; Baldi *et al.* (2003a)), une autre dans le Limousin (Preux *et al.*, 2000) et la dernière dans des centres de référence à Paris et Marseille (Vidal *et al.*, 2009; Vidal *et al.*, 2008). Aucune n'est informative sur les déterminants d'exposition.

- Une étude cas-témoins a été conduite en France métropolitaine (Elbaz *et al.*, 2009; Elbaz *et al.*, 2004; Elbaz *et al.*, 2003; Weisskopf *et al.*, 2013). Un calendrier professionnel complet et des questions sur les cultures, les produits utilisés, le matériel de traitement, sont complétés d'une expertise. Les auteurs mentionnent qu'ils n'ont pas posé de questions spécifiques sur les EPI car les réponses à celles-ci, éventuellement obtenues, ne seraient pas valides. Le matériel de traitement ne distingue que les pulvérisateurs à mains des pulvérisateurs sur tracteurs.
- Une étude écologique a été réalisée sur cinq départements en 2007 (Moisan *et al.*, 2011). L'exposition a été définie de manière agrégée à travers les orientations technico-économiques des exploitations.
- Deux études de cohorte prospective ont été conduites, l'une en population générale (Paqpest, Baldi *et al.* (2003a)) s'appuie sur un calendrier professionnel complété d'une expertise mais n'apporte aucune information sur les déterminants d'exposition aux pesticides et l'autre (Cohorte Phytoneer) chez des affiliés MSA de Gironde (Baldi *et al.*, 2003a; Baldi *et al.*, 2011; Blanc-Lapierre *et al.*, 2013). De nombreux déterminants sont pris en compte dans cette dernière cohorte (emplois, tâches, matériel de traitement, EPI...) afin d'élaborer des index d'exposition. De plus une estimation de l'exposition aux organophosphorés a été obtenue par la matrice PESTIMAT culture-expositions (Blanc-Lapierre *et al.*, 2013).

3.2.4.1.3 Études sur les cancers

Les objectifs principaux de six études ne concernent pas la santé des professionnels agricoles. Ainsi, les études menées en population générale dans les Antilles françaises ne fournissent pas (Belpomme *et al.*, 2009) ou très peu d'informations (Multigner *et al.*, 2010) sur les expositions professionnelles agricoles. De la même façon, les deux études cas-témoins sur les cancers pulmonaires sont très peu informatives (Benhamou *et al.*, 1988; Guida *et al.*, 2011), de même que celle portant sur les tumeurs cérébrales de l'enfant (Cordier *et al.*, 1994) ou celle générale d'Orsi *et al.* (2007).

Pour les 10 autres études, les effets des expositions professionnelles agricoles aux pesticides sont la ou l'une des questions principales. Les quatre études géographiques de Viel *et al.* (Viel et Challier, 1995; Viel *et al.*, 1998; Viel et Richardson, 1991; Viel et Richardson, 1993) suivent toutes le même protocole et cherchent une corrélation entre des données de mortalité et des données issues du recensement agricole (types de cultures, nombre de personnes impliquées sur ces cultures). Aucune donnée n'est cependant présentée sur ces déterminants. Les six dernières études suivent un schéma cas-témoins (Clavel *et al.*, 1996; Fabbro-Peray *et al.*, 2001; Nisse *et al.*,

2001; Orsi *et al.*, 2009; Provost *et al.*, 2007; Richardson *et al.*, 1992) s'appuyant sur un historique professionnel le plus souvent complété d'une expertise avec un groupe d'experts en nombre (1 à 5) et nature variés... Trois études prennent clairement en compte à la fois les tâches, les types de cultures et les matériels de traitement (Clavel *et al.*, 1996; Orsi *et al.*, 2009; Provost *et al.*, 2007) sans toutefois fournir des données descriptives de ces déterminants. Clavel *et al.* (1996) indiquent qu'aucun des agriculteurs interrogés sur les EPI n'en avaient porté lors des traitements, les EPI ne sont d'ailleurs plus mentionnés dans l'étude suivante de la même équipe (Orsi *et al.*, 2009). Dans cette dernière étude, il est indiqué que le type de matériel de traitement n'a pu être pris en compte dans les analyses du fait de trop nombreuses données manquantes.

3.2.4.1.4 Études utilisant des biomarqueurs de génotoxicité

Deux types d'études ont été réalisés, des études transversales répétées pour mesurer les effets d'une journée (André *et al.*, 2003; Lebailly *et al.*, 2003; Lebailly *et al.*, 1998b) ou d'une saison (Gallois *et al.*, 2011; Le Goff *et al.*, 2005; Lebailly *et al.*, 1998a) d'utilisation de pesticides et une étude de cohorte prospective (Agopian *et al.*, 2009; Roulland *et al.*, 2004). À chaque fois, l'objectif principal était de mesurer les effets de l'exposition professionnelle (principalement aux pesticides) en milieu agricole. Des informations sont disponibles dans les articles sur les conditions de traitement (pesticides utilisés, types de cultures, matériel de pulvérisation, EPI).

3.2.4.1.5 Études sur les maladies respiratoires

Deux articles récents ont analysé le lien entre l'exposition aux pesticides des agriculteurs et la survenue de pathologies respiratoires dans l'étude AGRICAN, l'un sur l'asthme (atopique ou non) et l'autre sur la bronchite chronique. L'étude AGRICAN ne s'est pas appuyée sur l'auto-déclaration de pesticides utilisés par les membres de la cohorte. Elle a relevé le calendrier professionnel et l'historique des cultures et du matériel, dans l'objectif d'appliquer ultérieurement la matrice culture exposition PESTIMAT et les algorithmes développés dans PESTEXPO. Les deux articles sur les maladies respiratoires ont donc pris en compte le contact avec les cultures, et la notion de traitement de ces cultures de manière générique. Ils ne présentent pas, à ce stade de l'étude, de résultat pour des familles ou des substances actives spécifiques.

3.2.4.2 Synthèse dans le domaine de l'épidémiologie

Au total, 46 publications scientifiques rapportant les résultats d'études épidémiologiques sur le lien entre exposition aux pesticides et santé en France ont été retenues (en date du 15 décembre 2014) afin d'analyser la manière dont l'exposition aux pesticides des populations étudiées était estimée. Les études portent sur les trois types d'effets principaux suspectés de ces substances, à savoir les cancers, les troubles neurologiques et l'impact sur la reproduction et le développement. Même si toutes les publications retenues portent sur les expositions aux pesticides agricoles des populations, toutes n'avaient pas pour objet principal la santé des personnes travaillant dans l'agriculture. Il s'agissait alors de mesurer l'impact des expositions aux pesticides agricoles sur la population générale, soit au travers des résidus présents dans les sols, l'alimentation ou l'eau de boisson, soit en considérant la proximité du lieu de résidence par rapport à des zones agricoles traitées. Cela est notamment le cas dans la cohorte mère-enfant Pélagie en Bretagne (Chevrier *et al.*, 2011; Petit *et al.*, 2010), et au total dans une dizaine des publications recensées. Dans ces situations, les études se sont appuyées sur des indicateurs globaux, fréquemment de type écologique, et n'ont pas eu accès à des informations directement recueillies auprès du monde agricole. Ces indicateurs ont notamment été établis à partir des données du recensement agricole, en basant la notion d'exposition sur la proportion de terres agricoles (pour une culture donnée) dans une zone géographique déterminée. C'est pourquoi on ne dispose pas dans ces études de détails sur les activités agricoles à l'origine des expositions. Il n'est alors notamment pas possible d'inférer les expositions des populations à un secteur agricole plutôt qu'à un autre. De plus, les

niveaux de ces expositions environnementales, même s'ils n'étaient pas documentés dans ces études, sont *a priori* plus faibles que les expositions des personnes travaillant dans l'agriculture.

Concernant les autres publications, pour lesquelles la santé des populations agricoles est l'objet d'étude, les informations recueillies sur les expositions sont de nature variable, et dépendent notamment des outils mis en œuvre pour collecter l'information. Quelques-unes de ces études procèdent également avec des données de nature écologique ou géographique (Viel et Challier, 1995; Viel *et al.*, 1998; Viel et Richardson, 1991; Viel et Richardson, 1993). Mais le plus souvent, les chercheurs ont eu accès aux populations agricoles pour le recueil des données d'exposition et disposaient de questionnaires complétés auprès des individus. Pourtant, l'information concernant les expositions reste fréquemment sommaire et elle est souvent déduite du calendrier professionnel des personnes interrogées avec l'aide, par exemple, d'experts du monde agricole.

Quelques études ont inclus dans leurs questionnaires des items concernant le matériel de traitement, les tâches effectuées ou encore le port des équipements de protection individuelle, avec l'hypothèse qu'ils étaient susceptibles d'avoir une influence sur les expositions (Elbaz *et al.*, 2009; Elbaz *et al.*, 2004; Elbaz *et al.*, 2003). Ces caractéristiques ont parfois été décrites mais les analyses menées n'ont pourtant généralement pas pris en compte ces paramètres dans l'estimation des expositions mises en lien avec les paramètres de santé. Les discussions de ces papiers justifient ce choix en rapportant le manque de fiabilité du recueil de ces informations, le grand nombre de données manquantes concernant ces paramètres, ou encore en précisant la faible proportion d'agriculteurs portant des équipements de protection. Seules quelques études menées dans des secteurs agricoles spécifiques et ayant accès aux populations mentionnent la nature des cultures représentées dans l'étude. Il s'agit de la viticulture en Gironde (cohorte Phytoneer : Baldi *et al.* (2001), Baldi *et al.* (2011), Blanc-Lapierre *et al.* (2013)) et en Alsace (Thonneau *et al.*, 1999), de la culture de bananes en Guadeloupe (Multigner *et al.*, 2010), des grandes cultures dans le Calvados (André *et al.*, 2003; Lebailly *et al.*, 1998b), et de l'arboriculture dans le Rhône (Lebailly *et al.*, 2003). La définition de l'exposition repose de manière générale sur les questions concernant la réalisation de traitements sur les cultures. Une seule étude (Phytoneer) prend en compte les expositions résultant des réentrées dans les cultures, et aucune ne considère les traitements antiparasitaires réalisés sur les animaux d'élevage. La nature des pesticides auxquels les personnes étaient exposées n'est que peu souvent renseignée : lorsque c'était le cas, l'information a été obtenue soit par des questions auprès des personnes, soit par des méthodes indirectes telles que les matrices emploi-exposition ou le jugement d'experts, ou encore par la mesure de concentrations plasmatiques (dans le cas particulier de la chlordécone aux Antilles, persistante dans les milieux). Pour les études qui ne portent pas sur un secteur spécifique, menées soit sur l'ensemble du territoire soit dans un groupe de départements, un large nombre des cultures est *a priori* représenté, mais ceci est peu fréquemment décrit ou pris en compte.

Au total, les études épidémiologiques françaises actuellement disponibles portant sur les effets des pesticides fournissent quelques informations sur les contextes d'exposition mais ne fournissent pas de données sur les expositions spécifiques à un type de pesticide et/ou un type d'activité. Elles ne disposent pas de questionnaires standardisés et validés, et ne recueillent pas les paramètres susceptibles de faire varier les niveaux d'exposition entre les individus. L'activité agricole est généralement considérée de façon indifférenciée (notion d' « agriculteur », sans prise en compte des salariés, des saisonniers...). Les types de cultures ou d'élevage, le matériel servant au traitement, les équipements de protection individuelle ne sont qu'exceptionnellement pris en considération. Seules les opérations de traitement sur cultures sont considérées comme exposantes, sans tenir compte d'autres tâches (réentrée, traitements des locaux, des cours/talus/allées, traitement des animaux d'élevage...). Les auteurs des études soulignent fréquemment la difficulté de recueillir ces informations de manière rétrospective à partir de la mémoire des individus en l'absence de données archivées permettant la reconstitution de ces informations.

En conclusion, l'approche épidémiologique n'a que rarement à ce jour intégré des données précises sur les expositions aux pesticides, classant le plus souvent les individus à l'aide d'informations indirectes. Il est important de souligner que bon nombre de ces études ont réussi néanmoins à mettre en évidence des risques pour la santé avec de tels indicateurs. Cependant

l'utilité de différencier et quantifier plus précisément les situations d'exposition en situation réelle (port d'EPI, type de matériel...) apparaît dès lors qu'on cherche à distinguer l'effet de pesticides spécifiques ou à établir des relations dose-effet dans une démarche d'argumentation de la causalité des associations.

Analyse complémentaire d'un document de littérature grise dans le domaine de l'épidémiologie

Une référence portant sur des études épidémiologiques chez des personnes travaillant dans l'agriculture en France a été identifiée (Thonneau, 2012). Son contenu est détaillé dans le volume 2. Elle apporte des informations sur l'exposition des pomiculteurs aux pesticides.

3.2.5 Revue systématique des articles scientifiques disponibles dans le domaine de l'ergonomie

Après analyse des articles recensés en ergonomie, seuls huit articles scientifiques ont été classés « pertinents », c'est-à-dire répondant à tous les critères d'inclusion de la revue systématique. Par ailleurs, dans cette discipline, un grand nombre d'études sont publiées sous forme de littérature grise et 31 références ont été retenues dans ce domaine et ont fait l'objet d'une analyse approfondie. Un article supplémentaire qui nous a été fourni par l'appel à contribution a également été retenu ici pour informer le contexte (Testud *et al.*, 2000).

Il est important de rappeler que l'objectif de l'ergonomie est l'adaptation du travail à l'homme. L'ergonomie contribue alors, par la mise en œuvre de connaissances scientifiques relatives à l'homme au travail et aux sciences de l'ingénieur, à la conception d'outils, de dispositifs techniques, d'organisations afin qu'ils puissent être utilisés par le plus grand nombre avec le maximum de confort, de sécurité et d'efficacité. Les processus de construction et de préservation de la santé par les opérateurs eux-mêmes occupent donc une place importante dans les recherches en ergonomie. Depuis une vingtaine d'années, les thématiques de recherche en ergonomie ont été fortement orientées vers les problématiques de conception de systèmes industriels, d'espaces de travail, d'organisation du travail et d'interfaces dites homme/machine. Cela s'explique par une forte demande des industriels et des organisations en la matière.

Ce faisant, les méthodes produites par l'ergonomie mobilisent différents niveaux et différentes techniques :

- analyse des organisations et des procédés de production ;
- entretiens (individuels ou collectifs) ;
- observations d'activités individuelles comme collectives dans des situations normales de travail, ou perturbées par des incidents ou des événements imprévus ;
- mesures de l'activité en termes de fréquence d'occurrence et de durée cumulée (par exemple de types de posture), indicateurs physiologiques (fréquence cardiaque, température cutanée, électromyographie, etc.), indicateurs biomécaniques, ambiances physiques (température, hygrométrie, etc.), atmosphères de travail (concentration en COV, en particules de taille variable, etc.) ;
- auto-confrontations (présentation de séquences vidéo de l'activité à la personne observée pour recueillir ses motifs d'action et ses représentations. Ces séquences vidéo peuvent être synchronisées à des mesures. Ces auto-confrontations peuvent aussi être « croisées », c'est-à-dire présentées à un collectif de travailleurs, afin d'accéder aux représentations collectives).

L'objectif est alors d'identifier les déterminants des situations qui peuvent porter atteinte à la santé des personnes qui travaillent dans l'agriculture. Ces déterminants peuvent concerner la conception technique (procédés, équipements de travail, équipements de protection, produits utilisés, etc.), l'organisation du travail (composition des équipes, répartition du travail, élaboration des procédures de travail comme de sécurité, formations proposées aux travailleurs, modalités de

conception ou de maintenance, etc.) et les caractéristiques des différents types de travailleurs (formations reçues, savoir-faire et expérience, antécédents médicaux, etc.).

Les méthodes classiques de l'ergonomie sont très efficaces pour aborder des atteintes à la santé visibles à court ou moyen termes. En revanche, elles sont plus en difficulté lorsqu'il s'agit de risques à effet différé, pas toujours directement mesurables, comme c'est le cas pour les pesticides, d'où les enjeux des apports transdisciplinaires.

L'analyse des différents articles présentés ci-dessus permet d'identifier des apports de l'ergonomie à la compréhension des expositions aux pesticides dans l'agriculture en France.

- Le fait que la prévention a longtemps privilégié le port d'équipement de protection et la formation, au détriment des actions sur la conception du matériel et sur l'organisation. On peut noter en particulier une déficience en termes de prise en compte des besoins des personnes travaillant dans l'agriculture par les concepteurs de matériels, comme une évaluation insuffisante de l'efficacité dans des situations réelles des solutions techniques (matériel comme dispositifs de protection), comme de formation (Garrigou *et al.*, 2008; Garrigou *et al.*, 2012; Garrigou *et al.*, 2011; Lacroix *et al.*, 2013; Mohammed-Brahim et Garrigou, 2009).
- La différence entre la contamination directe (au moment de la manipulation de pesticides) et indirecte (toutes les phases de contact du corps et en particulier des mains avec des surfaces préalablement contaminées par des pesticides). De plus, la fréquence des situations de contamination indirecte est largement sous-estimée. Il est à noter enfin que les agriculteurs se représentent principalement le risque de contamination par la voie respiratoire, au détriment de la voie cutanée alors que la voie cutanée représente parfois plus de 90 % de la contamination (Baldi *et al.*, 2006; Garrigou *et al.*, 2011) et que la contamination par cette voie peut même conduire à des intoxications aiguës (Testud *et al.*, 2000).
- Des combinaisons de travail longtemps recommandées par les préventeurs et leurs institutions n'avaient pas été testées du point de vue de leur résistance à la perméation des pesticides ; ce qui explique un passage rapide (moins de 10 min, pour certains pesticides au travers des matériaux qui constituent les combinaisons) (Garrigou *et al.*, 2011). Il est important de rappeler qu'il n'existe pas de combinaison générique qui pourrait protéger de tous les pesticides.
- Lambert *et al.* (2012b) et Veiga *et al.* (2007) montrent les difficultés liées au port des équipements de protection, en termes de gêne et en termes de pénibilité physique (en particulier surcoût cardiaque lié à la thermorégulation). Testud *et al.* (2000) soulignent également le rôle que peuvent jouer ces éléments pour expliquer les défauts de port d'EPI.
- L'importance de ne pas se focaliser uniquement sur le risque chimique pour comprendre les situations de contamination. En effet, elles sont le résultat d'interactions entre des déterminants de natures variées : organisation du travail, pénibilité, gestion des aléas, pression temporelle, adaptation du matériel et de l'organisation aux variabilités des activités, expérience des personnes qui travaillent, etc. (Mohammed-Brahim et Garrigou, 2009).
- L'enjeu de l'analyse des représentations du risque pour comprendre les choix et les compromis qui sont réalisés par les agriculteurs et ainsi faire face à des contraintes non compatibles (Mohammed-Brahim et Garrigou, 2009).
- Enfin, à partir des discussions proposées par Garrigou *et al.* (2008) et Mohammed-Brahim et Garrigou (2009) ressort la nécessité que les personnes travaillant dans l'agriculture deviennent actrices de leur propre prévention et ne soient pas seulement les cibles d'interventions de prévention.

■ Littérature grise

En ergonomie, comme évoqué précédemment, l'analyse de la littérature grise portant sur l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture fait apparaître une diversité d'études, plus riche que ce que l'on retrouve dans la littérature académique pour cette discipline. Cet ensemble d'études est inégal en qualité comme en matière de démonstration, mais certaines apportent des contributions pertinentes que nous avons cherché à valoriser. Cette littérature grise est principalement composée de rapports d'étude, de rapports réalisés par des étudiants, dans le cadre le plus souvent de mémoires de master et de résumés de communication à des congrès (dont le volume peut varier d'une demi-page à 8 pages), dont les contenus sont synthétisés ci-dessous. Sont également inclus dans l'analyse ci-dessous une thèse d'exercice (Boissonnot, 2010) et une thèse de doctorat en ergonomie (Sznelwar, 1992). Les fiches de lecture de l'ensemble des documents sont fournies dans le volume 2.

Analyse des données bibliographiques dans le domaine de l'ergonomie identifiées dans la littérature grise

Nous avons regroupé ces résultats en différents thèmes, qui nous semblent pertinents pour aborder la question de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

■ **Perceptions des risques liés à l'usage des pesticides**

Les observations réalisées par Mohammed-Brahim (1996) ont souligné une moindre préoccupation du danger des pesticides et en particulier en ce qui concerne les fongicides, par rapport aux accidents du travail ou bien au bruit.

L'étude menée par la DRASSB et URCAMB (2003) a montré que la grande majorité des agriculteurs (76 %) considèrent que les pesticides présentent des risques pour leur santé. Ils ne sont que 45 % à les juger délétères pour la nature, 43 % pour l'entourage immédiat et 36 % pour la population en général. Huit agriculteurs sur 10 évoquent les risques de cancer et de maladies graves. La phase de la préparation apparaît comme la phase où les niveaux de risques sont perçus comme les plus élevés : risques d'inhalation, d'éclaboussures, d'erreurs de dosage ou de mélanges ont été cités.

Ces résultats sont confirmés par Traigneau (2009) et Boissonnot et Grimhuhler (2011) qui montrent que les agriculteurs français sont globalement conscients des risques liés à l'usage des pesticides, le risque cancer est alors très fréquemment cité comme un effet à long terme de l'exposition aux pesticides. Ils correspondent à ce que Sznelwar défendait en 1992 (Sznelwar, 1992).

La perception du risque est influencée par les informations directement accessibles : odeurs, couleurs, etc. (Boissonnot et Grimhuhler, 2010). Les poudres sont jugées comme les plus exposantes par les agriculteurs. Il est d'ailleurs à noter que les agriculteurs estiment la voie respiratoire comme voie de pénétration prépondérante des pesticides, et ce même s'ils ont suivi des formations (comme Certiphyto) qui souligne la prépondérance de la voie cutanée (Boissonnot et Grimhuhler, 2011).

Différentes études ont tenté d'analyser la culture de sécurité présente dans les exploitations agricoles. Moget (2010) a identifié une culture de sécurité défaillante pour le développement d'une gestion des risques efficaces, ce qui conduit les agriculteurs à plus subir les risques que d'être dans une position de riposte ; ceci est repris par Lambert *et al.* (2012a).

Les agriculteurs estiment ne pas avoir les moyens nécessaires pour se protéger, alors même qu'ils ont des représentations des risques souvent pertinentes, ce qui pourrait avoir des conséquences sur la santé psychique des agriculteurs (Moget, 2010).

L'étude menée par la DRASSB et URCAMB (2003) a mis en évidence que malgré les représentations des risques des agriculteurs et leur sensibilité au risque pour la santé, ceux-ci ont une faible prise en compte du critère de toxicité pour l'homme lors de l'achat de pesticides.

■ **Conception du matériel agricole et des lieux de travail**

Sznelwar (1992) puis Mohammed-Brahim (1996) ont identifié des carences au niveau de la conception du matériel et celles-ci pourraient générer des situations d'exposition. Sont principalement concernés : (i) Le matériel et en premier lieu, les dispositifs de pulvérisation ; (ii) Les cabines de tracteur, (iii) Le matériel utilisé lors de la phase de préparation et en particulier, les contenants de pesticide.

Mohammed-Brahim (1996) a souligné l'inadaptation aux caractéristiques de l'activité de la cabine lors de l'application des pesticides. Une analyse en laboratoire de l'efficacité de confinement de huit cabines de tracteurs a montré que seules trois sur huit ont une efficacité de confinement supérieur à 99,5 % (Grimhuhler *et al.*, 2009). De plus, les cabines équipées de filtres plissés ne répondaient pas aux exigences fixées. L'efficacité des filtres varie entre 40 et 60 %, selon la taille des aérosols. En revanche, les filtres recommandés pour les produits phytopharmaceutiques ont une efficacité de 85 à 99,8 % pour des particules de 1 à 5 micromètres (Grimhuhler *et al.*, 2009).

Près de 20 ans plus tard, Lambert (2010) et Lacroix *et al.* (2013) ont de nouveau mis en évidence de tels défauts de conception du matériel agricole et des locaux.

Becouarn *et al.* (2013) ont fait le même constat en précisant que le type de contenant des emballages serait un déterminant important de la contamination : les sacs seraient plus contaminants, et dans les cas où ceux-ci sont trop lourds, la difficulté à les porter favorise davantage de contacts avec une grande partie du corps pour pouvoir les porter.

■ **EPI**

Sznelwar (1992) avait montré que les vêtements de travail n'étaient pas souvent changés ni nettoyés. Les équipements de protection n'avaient été utilisés qu'en de rares occasions, en particulier le tablier plastique.

Mohammed-Brahim (1996) a souligné l'inadaptation des EPI aux caractéristiques de l'activité en particulier lors des opérations de préparation.

Le port des EPI semble varier selon le type de culture ; ils sont peu portés (moins de 30 %) en arboriculture pour Traigneau (2009) ou dans la culture de la banane (Amoneau et Grimbuhler, 2008) mais davantage portés dans les serres avec une fréquence de port de 80 % (Beyer et Grimbuhler, 2010).

Beyer et Grimbuhler (2010) discutent des grandes difficultés rencontrées par les agriculteurs pour trouver des EPI adaptés à leur activité. Amoneau et Grimbuhler (2008) notent le peu d'entretien des EPI et le non-respect des conseils d'habillement, ce qui peut conduire à des situations de contamination et de migration des contaminations.

■ **Pratiques et activités**

En 1992, Sznelwar avait souligné la question de la pénibilité physique en donnant l'exemple particulier du port de pulvérisateur à dos de plus de 30 kg sur des distances de plus de 2 km. A cet effort physique se rajoutaient l'exposition au soleil et l'état du terrain (Sznelwar, 1992).

Des postures contraignantes, en particulier lors de la préparation, ont aussi été identifiées comme facteurs rendant la tâche plus pénible. Selon Lacroix *et al.* (2013), la fatigue serait ressentie dans 44 % de la durée de l'épandage par les travailleurs en milieu serricole. Pour ces mêmes travailleurs, les stratégies d'épandage impliquent des compromis entre la nécessité d'assurer la qualité de l'épandage et la prévention des expositions. Dans la recherche d'un certain confort, les travailleurs adoptent certains gestes jugés reposants (rapprochement du bras du corps) qui vont augmenter le risque d'exposition. De tels mouvements compensatoires sont mis en œuvre dans 45 % du temps de traitement (Lacroix *et al.*, 2013). De plus, les longues périodes de travail combinées à la charge de travail peuvent contribuer de façon significative aux expositions (Lambert et Grimbuhler, 2012).

L'analyse couplée de l'activité et de la fréquence cardiaque montre que les actions les plus exposantes, à savoir l'ouverture des contenants (13 % des contacts totaux), l'incorporation (16 % des contacts totaux) et le rinçage des produits (14 % des contacts totaux), font partie des actions dont l'intensité de l'effort est le plus important (Lambert et Grimbuhler, 2013). L'hypothèse d'une relation entre la pénibilité et la contamination est proposée par ces auteurs.

Durant la phase de préparation, le remplissage est l'activité la plus longue et ce, surtout lorsque les agriculteurs utilisent des cartons, des produits ensachés ou des sachets hydrosolubles. L'usage de bidons permet normalement de réduire la durée de la préparation. Le fait de rincer les contenants augmente aussi considérablement la durée de la préparation selon Lacroix *et al.* (2013). Par ailleurs, les auteurs différencient les contacts cutanés directs et indirects. Les contacts cutanés directs (contacts avec des produits phytosanitaires) résultent de la manipulation des buses, des filtres, des contenants de produits et du tuyau. Les contacts cutanés indirects (contacts avec des surfaces préalablement contaminées par des produits) concernent principalement la cuve principale, le tuyau d'eau claire et les contenants de produits (Lacroix *et al.*, 2013). La fréquence de contact avec le matériel est habituellement plus importante lors des phases de préparation et de nettoyage (Lambert, 2010). La durée de préparation et de rinçage est plus importante avec certaines catégories de pulvérisateurs, notamment avec les tracteurs enjambeurs (Lacroix *et al.*, 2013).

Par ailleurs, des contacts prolongés avec du matériel souillé contribuent significativement à l'exposition dans les phases de remplissage.

L'apparition d'incidents peut multiplier par trois la durée de traitement (Lambert *et al.*, 2011).

Il a été observé une activité cognitive importante en termes de planification des activités et de gestion des incidents (Lambert, 2010). Par ailleurs, l'étude menée par la DRASSB et URCAMB (2003) a abordé la question des enjeux des traitements et du risque d'erreur de dosage.

Les situations de gestion impliquant des tâches multiples sont fréquentes dans les activités de traitement avec des produits phytosanitaires, ce qui vient réduire les marges de manœuvre et peut augmenter les risques d'exposition (Lambert *et al.*, 2012b). Les mêmes auteurs notent que les caractéristiques, les exigences et les conditions d'exercice de l'activité de traitement avec des pesticides viennent entraver le développement des pratiques sécuritaires.

Sznelwar (1992) avait identifié certaines pratiques sécuritaires pouvant être qualifiées de « savoir-faire de prudence ». Parmi celles-ci, il notait les situations suivantes : « *changer le sens de la lance, faire un seul passage dans les serres, appliquer avec le corps à 90° par rapport à l'embout de la lance, écarter le corps, détourner le visage, pincer avec la main le sac d'emballage avant de le couper* ». La possibilité pour les travailleurs de se laver les mains, les bras et le visage est aussi considérée comme une pratique sécuritaire.

Moget (2010) a montré que le développement de stratégies de prudence par les travailleurs était dépendant des moyens proposés au niveau de l'exploitation agricole.

■ **Modèles d'évaluation**

Les observations menées par Mohammed-Brahim (1996) ont permis de caractériser un écart important entre le niveau d'exposition prédit à partir des procédures prescrites, notamment lors de l'évaluation de risque préalable à l'autorisation de mise sur le marché, et celui que révèle l'analyse du travail. Les variations identifiées portent notamment sur :

- la notion de surface nécessitant la prise en compte de la densité et de la hauteur de vigne ;
- l'équipement qui varie à la fois par le type du tracteur (intervignes ou enjambeur, avec des pulvérisateurs traînés ou portés), ou la capacité du pulvérisateur qui détermine la fréquence des préparations ;
- les conditions d'ambiance (température et humidité de l'air).

Ce sont alors autant de facteurs susceptibles de modifier le niveau d'exposition, mais qui ne sont pas pris en considération lors de l'évaluation réglementaire du risque.

Marre et Grimuhler (2010) ont souligné que les pratiques des opérateurs ne peuvent être entièrement décrites dans les modèles car elles sont insuffisamment caractérisées. Un exemple est donné concernant les pulvérisateurs pneumatiques qui sont très utilisés mais qui ne sont pas présents dans les modalités du modèle.

D'autre part les modèles utilisés lors de l'évaluation réglementaire des risques permettent peu de choix d'EPI, alors qu'une grande diversité de ces équipements de protection est utilisée sur le terrain. L'état des EPI portés n'est d'ailleurs pas pris en compte dans les modèles, qui les considèrent comme neufs. Les cabines sont considérées comme fermées dans les modèles mais, sur le terrain, elles sont parfois ouvertes ou présentent des défauts en raison de l'usure des bandes d'étanchéité.

L'étude menée par la DRASSB et URCAMB (2003) a mis en évidence que 39 % des agriculteurs ne considèrent pas l'homologation comme une garantie de sécurité pour la santé de l'utilisateur.

Conclusion

Cette analyse permet de mettre en perspective de nombreuses questions identifiées dès les années 1990 et pour lesquelles peu ou pas de réponses ont été apportées encore de nos jours.

Bien que réalisée entre 1985 et 1992 avec des moyens d'analyse minimaliste, l'étude réalisée dans le cadre de sa thèse de doctorat en ergonomie par Laerte Sznalwar apparaît comme un travail pionnier (Sznalwar, 1992). En effet, il apporte des éclairages qui sont encore aujourd'hui d'actualité en particulier sur les situations d'exposition et leurs déterminants. En engageant une approche anthropotechnologique, telle que proposée par Alain Wisner, et en croisant des analyses en France et au Brésil, il a pu mettre en évidence que de nombreux déterminants des expositions étaient communs aux exploitations françaises et brésiliennes, ce qui peut venir mettre à mal le seul déterminant culturaliste.

Mohammed-Brahim (1996) avait déjà proposé différentes actions à mener d'un point de vue méthodologique de façon à être plus près de la réalité du travail : 1) Prendre en compte le travail réel dans l'élaboration des traitements raisonnés. 2) Prendre en compte le travail réel dans la conception des moyens de protection individuelle. 3) Prendre en compte la réalité du travail dans l'évaluation de l'exposition des applicateurs.

Les travaux analysés permettent aussi d'aborder la question de la représentation du risque des pesticides pour les agriculteurs. Il ressort clairement que la plupart des agriculteurs ont une représentation cognitive des effets sur la santé des pesticides. Ceci a été discuté dès 1992 par Sznalwar (1992), puis par Mohammed-Brahim (1996) et démontré par l'étude de la DRASSB et URCAMB (2003). Ces éléments permettent de contester le point de vue dominant porté par de nombreux acteurs de la prévention, à savoir que le déficit de protection serait lié à une insuffisante prise de conscience des risques et à un manque de connaissances parmi les agriculteurs. Les travaux mentionnés dans cette section suggèrent plutôt qu'il s'agit d'un manque de représentation concrète des moyens permettant d'éviter les risques (changer de produit ou modifier ses pratiques paraît impossible) et de se protéger dans l'action. Les agriculteurs seraient alors dans une situation dans laquelle ils subiraient les risques et seraient en difficulté pour développer des pratiques minimisant leurs expositions, ce qui pourrait produire des effets sur leur santé, y compris sur leur santé psychique. Ceci vient directement interroger des principes fondateurs de la plupart des formations portant sur les risques liés à l'usage des pesticides.

Dans de telles conditions, se protéger devient une activité à part entière qui vient s'intégrer dans un système d'activités plus complexe. Lorsque l'organisation du travail, la conception du matériel de travail comme de protection, les contraintes temporelles, etc. permettent de développer des savoir-faire de prudence, ces activités de protection peuvent se construire et être transmises dans les collectifs. En revanche, dans de nombreux cas, cette activité de protection et ces savoir-faire de prudence sont empêchés par l'organisation du travail, la mauvaise conception du matériel et les contraintes temporelles liées aux traitements. L'activité spécifique de protection vient alors percuter les autres logiques, ce qui conduit à des compromis favorisant la rapidité de traitement au détriment de la préservation de la santé.

Les EPI apparaissent comme les principaux dispositifs de prévention à mettre en œuvre, alors même que la sécurité primaire (suppression du danger à la source ou bien substitution par un produit moins dangereux) et la priorité des équipements de protection collectifs sur les EPI, ne sont pas déployées.

3.2.6 Revue systématique des articles scientifiques disponibles dans le domaine des sciences humaines et sociales dont l'économie

Après analyse des articles recensés en SHS, seulement 10 articles, 2 thèses et 2 rapports ont été classés « pertinents », c'est-à-dire répondant à tous les critères d'inclusion de l'étude. La plupart de ces documents sont très récents : si l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture ne semble pas avoir suscité beaucoup d'intérêt chez les chercheurs en SHS travaillant sur la France, des recherches ont été engagées ces dernières années, et commencent à déboucher sur des publications.

D'une façon générale, la question du rôle des pesticides dans la sécurité au travail est peu présente dans la littérature scientifique sur la France, qu'il s'agisse de mesurer les risques encourus par les personnes qui travaillent dans l'agriculture ou de réfléchir à des moyens de prévention intégrés. L'argument du gain de sécurité au travail résultant n'est pas utilisé non plus pour promouvoir la vente d'un produit final ou pour justifier des choix technologiques permettant un moindre usage des pesticides (pratiques fondées sur des innovations agronomiques comme de nouvelles rotations ou recours à des variétés présentées comme requérant moins de pesticides comme certaines variétés OGM).

Les connaissances sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture en France sont très limitées dans ce pan de littérature scientifique. Les articles classés comme « pertinents » offrent peu de données directement exploitables sur les expositions proprement dites. Seuls quelques-uns proposent des éléments sur les expositions, recueillis soit par observations (Décosse, 2011), soit par entretiens (Décosse, 2008; Nicourt et Girault, 2009; Nicourt et Girault, 2013). Les études n'ont aucune prétention à l'exhaustivité ou à la représentativité. Cependant elles montrent toutes des écarts importants entre les prescriptions relatives aux expositions aux pesticides et la réalité du travail agricole ; les prescriptions énoncées lors de la phase d'homologation sont très peu respectées dans les situations étudiées. L'article de Nicourt et Girault (2013) montre l'absence de diagnostic et de stratégie partagés sur la question des expositions aux pesticides. Les auteurs font l'hypothèse qu'au contraire des clivages se renforcent entre techniciens et agriculteurs, entre hommes et femmes, entre agriculteurs à temps plein et à temps partiel, etc.

Plusieurs des articles analysés évoquent des tentatives individuelles ou collectives de réduction de l'usage des pesticides (Aujas *et al.*, 2011; Bonnaud *et al.*, 2012; Cardona *et al.*, 2012; Nguyen *et al.*, 2013; Nicourt et Girault, 2011). Deux travaux (Chantre, 2011; Kuhfuss *et al.*, 2012) rapportent des situations où la question des effets de santé de l'usage des pesticides est déterminante dans la décision prise par l'agriculteur de faire évoluer ses pratiques productives. Mais ce n'est pas toujours le cas. Dans une partie des cas étudiés, les raisons de la réduction qui sont rapportées sont liées à une contrainte environnementale ou économique, les questions de santé au travail étant au mieux évoquées en passant. Plus encore, l'article de Nicourt et Girault (2011) ou celui de Dedieu et Jouzel (2015) montrent comment des arrangements trouvés pour réduire le niveau global d'utilisation des pesticides se traduisent par des pratiques collectives où l'application des traitements est assurée par un petit nombre d'individus (les viticulteurs ou entreprises spécialisés) pour tout le collectif (les retraités, les pluriactifs, les exploitants, leurs salariés...) sans que la question du degré d'exposition ainsi induit pour ces personnes ne soit prise en considération dans cette dynamique de négociation collective ou dans les processus d'évaluation des risques dans le cadre de l'homologation ou de la médecine préventive ou de la prévention des risques.

Plusieurs articles évoquent les raisons de la méconnaissance des expositions professionnelles aux pesticides et de leurs conséquences éventuelles sur la santé des travailleurs (Décosse, 2008; Décosse, 2011; Jouzel et Dedieu, 2013; Nicourt et Girault, 2009). Ces articles soulignent que l'invisibilité statistique des maladies professionnelles liées aux pesticides est le produit d'une construction sociale. Deux dimensions principales ressortent : les limites des connaissances produites lors de l'homologation, qui éclairent mal certains phénomènes comme les effets d'expositions répétées à de faibles doses de pesticides, notamment en cas d'exposition simultanée à plusieurs substances ou les personnels très exposés parce qu'ils travaillent dans des entreprises de services de traitements phytosanitaires ; les effets de sous-déclaration induits par

l'interaction entre les victimes d'intoxications professionnelles aux pesticides et les institutions de reconnaissance, au premier rang desquels la MSA et les très nombreux obstacles à une reconnaissance effective en accident ou maladie professionnelle.

Plusieurs articles analysent certains processus qui conduisent à rendre visibles des problèmes d'exposition aux pesticides. Nicourt et Girault (2009) soulignent que, dans certains espaces professionnels confinés, des discussions peuvent avoir lieu sur les expositions et les stratégies éventuelles à mettre en place pour les diminuer ou les éviter. Jouzel et Prete (2013), Jouzel et Prete (2014) et Salaris (2014) interrogent la mobilisation des Phyto-victimes, ses ressorts initiaux, ses transformations et certains de ses effets. Deux éléments semblent importants à retenir ici : l'importance des refus de réparation initiaux par la MSA et les nombreux obstacles rencontrés dans le parcours menant à la reconnaissance en maladie professionnelle comme dans l'engagement progressif dans ce type de cause politique d'acteurs non socialement préparés à se mobiliser (Jouzel et Prete, 2013) d'une part, certains des effets possibles du recours au droit par Phyto-victimes de l'autre. Jouzel et Prete (2014) montrent en effet que ce recours repose beaucoup sur la preuve du défaut d'information par les firmes phytosanitaires, ce qui implique que la mise à disposition des informations adéquates suffirait à prévenir les expositions dangereuses.

Enfin, plusieurs articles éclairent des déterminants de l'exposition aux pesticides. Les données sont à distinguer selon qu'elles concernent des exploitants ou des salariés. Dans le cas des exploitants, les choix de traitements apparaissent fortement contraints par le marché et par les intermédiaires de marché (Aujas *et al.*, 2011; Bonnaud *et al.*, 2012; Cardona *et al.*, 2012; Nicourt et Girault, 2011; Zara-Meylan, 2013). Les analyses de Décosse (2008) et de Décosse (2011) qui portent sur le cas de salariés montrent que, pour cette catégorie de travailleurs, l'exposition apparaît en partie déterminée par les relations statutaires. Dans ces articles, les décisions relatives aux traitements et aux expositions semblent résulter d'une série de contraintes hétérogènes subies plus que d'un choix individuel raisonné, éclairé par l'information disponible sur l'étiquette des produits et les fiches de données de sécurité.

Compte tenu des délais nécessaires pour publier un article scientifique, il est fort possible que des articles portant sur la question des expositions des personnes ayant une activité agricole soient parus depuis décembre 2014 ou sous presse. C'est le cas notamment d'un article sur les outils dont disposent les institutions en charge de la prévention des maladies des personnes exposés aux pesticides en agriculture (Dedieu et Jouzel, 2015), que nous avons inclus dans ce rapport.

Cette relative absence de préoccupation qui ressort dans l'immédiat de la littérature en sciences humaines et sociales peut paraître surprenante car, comme pour les autres disciplines, les études existantes confirment à la fois la réalité de situations problématiques et invitent à approfondir l'analyse pour concevoir des mesures de prévention.

Mais ce faible niveau de publications apparaît aussi assez cohérent avec les phénomènes de verrouillage technologique décrits par plusieurs auteurs (Aujas *et al.*, 2011; Vanloqueren et Baret, 2008). Ils font en effet ressortir les divers mécanismes qui confortent un chemin de développement technique fondé sur un usage intensif de pesticides en dépit de preuves qu'il existe des alternatives techniques économiquement viables pour nombre de situations de production (Boussemart *et al.*, 2011; Jacquet *et al.*, 2011). Au premier plan de ces mécanismes de verrouillage technologique vient le conseil agricole qui paraît ne pas jouer le rôle attendu par la réglementation européenne en matière d'accompagnement de la réduction de l'usage des pesticides (et donc de réduction des risques que leur usage peut représenter pour les utilisateurs). Plusieurs documents mettent en évidence des freins et des leviers aux changements pour des pratiques plus économes en pesticides. Ils discutent notamment du conseil et des différentes formes qu'il pourrait prendre (Aujas *et al.*, 2011; Blanchet et Dreyfus, 2013; Cardona *et al.*, 2012; Nguyen *et al.*, 2013; Vanloqueren et Baret, 2008). En particulier, l'organisation du conseil et les dispositifs réglementaires qui l'encadrent est jugée peu propice au développement de conseil sur des techniques alternatives (par exemple lutte intégrée contre les ennemis des cultures), développement pourtant explicitement prévu par le cadre réglementaire européen (Blanchet et Dreyfus, 2013). Face à de tels verrouillages, un dispositif d'(in)formation tel que le Certiphyto semble bien insuffisant, surtout dans sa forme actuelle. Ansaloni et Smith (2014) mettent en effet

en évidence, pour la Gironde, la contractualisation par l'État avec des prestataires de formation qui considèrent Certiphyto avant tout comme une source de revenus et comme un moyen pour nouer des contacts commerciaux, et qui peuvent être éventuellement des organismes vendant ces mêmes pesticides. Andral *et al.* (2015) confirment à l'échelle nationale les observations faites dans cette région quant au manque d'évaluation des contenus et des conditions de la mise en œuvre de la formation, et concluent à la nécessité de revoir profondément l'ensemble du dispositif.

Dans le périmètre de cette exploration, quelques absences sont particulièrement remarquables à la lumière de ce qu'on peut observer dans d'autres pays.

- Aucun document n'évoque les expositions aux biocides (traitements des bâtiments) et/ou les expositions aux médicaments vétérinaires (traitements antiparasitaires externes).
- Aucun article ne recense les coûts des accidents du travail et/ou des maladies chroniques impliquant l'usage de pesticides en France.
- Aucun article ne propose des résultats d'évaluation de l'efficacité d'interventions visant à réduire les expositions à risque en France (efficacité de l'intervention proprement dite pour engendrer un changement de pratique ou impact sur l'exposition effective, évaluation de l'efficacité du dispositif Certiphyto...) même si un rapport du ministère en charge de l'agriculture appelle de ses vœux ce type d'évaluation (Andral *et al.*, 2015). Les articles sur le conseil (Aujas *et al.*, 2011) et l'aide à la décision multicritère des agriculteurs (Blanquart, 2009) n'abordent pas la question sous cet angle.
- Aucun article ne porte sur l'analyse du rôle de l'étiquetage dans l'incitation à utiliser des produits en fonction de leur dangerosité.
- Aucun article ne montre l'usage en France de l'argument du risque associé aux expositions aux pesticides pour les personnes travaillant dans l'agriculture pour justifier le recours à de nouvelles techniques ou l'adoption de nouvelles pratiques. Ces nécessités de changements sont raisonnées quasi-exclusivement dans le registre de la protection de l'environnement, celui de la qualité intrinsèque des produits finaux (résidus) et celui de la réduction des coûts de production alors même que certains agriculteurs se déclarent préoccupés par les questions de santé (Chantre, 2011; Kuhfuss *et al.*, 2012).
- A l'exception de l'article de (Freidberg, 2001), les analyses des comportements des consommateurs, qu'il s'agisse d'observations (Ehmke *et al.*, 2008), de traitement de bases d'informations tel l'Eurobaromètre (Chaklatti et Rousselière, 2007), ou d'économie expérimentale (Bougherara et Combris, 2009), laissent de côté la question de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. Il n'est pas envisagé, comme c'est le cas au Royaume-Uni dans le cas rapporté par (Freidberg, 2001), que la protection de la santé des agriculteurs puisse être un argument orientant les choix des consommateurs, alors que les arguments en faveur de la défense de l'environnement sont omniprésents. Par ailleurs, cet article mentionne cette préoccupation dans la mise en place de filière de commerce équitable sud-nord, mais remarque que cela ne s'observe que dans la filière qui lie le Royaume-Uni à ses anciennes colonies et non dans celle qui lie la France au Burkina Faso.
- Aucun article analysé, à l'exception des articles de (Nicourt et Girault, 2011), de (Nicourt et Girault, 2013) et de (Vanloqueren et Baret, 2008), n'envisage non plus que la question des expositions à risque puisse être prise en compte dans des modèles de comportement de production des agriculteurs, alors que ces articles et plusieurs rapports émanant de la représentation nationale (Bonney, 2012; Gatignol et Etienne, 2010) montrent que cette préoccupation est bien présente dans au moins une part de la population agricole, même si elle prend des formes diverses.

3.2.7 Conclusions générales de la revue de la littérature sur la France

3.2.7.1 Un nombre limité d'études

La recherche de la littérature disponible sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture française a montré toute la difficulté de faire un tel inventaire, en raison i) de la multiplicité des bases qui devaient être consultées et de la pénurie de moyens matériels et humains pour conduire ce travail, ii) de l'absence d'algorithme validé pour effectuer les requêtes et de la multiplicité des mots-clés potentiellement pertinents et, iii) de la prépondérance de la littérature grise pour une discipline comme l'ergonomie, alors même que cette littérature est difficilement accessible. D'ores et déjà, ce premier constat conduit à recommander que la base documentaire constituée lors de l'expertise soit conservée, régulièrement actualisée, et rendue accessible à l'ensemble des acteurs.

Les études identifiées par nos requêtes, ont été analysées pour tenter d'éclairer plusieurs aspects spécifiques, à savoir :

- les personnes exposées, en particulier leurs statuts (exploitants, salariés, permanents, saisonniers, migrants,...) (à noter que dans le champ de l'épidémiologie, les études pouvaient aussi concerner les expositions aux pesticides agricoles de la population générale) ;
- les produits auxquels les personnes intervenant en agriculture étaient exposées soit au moment de l'étude, soit au cours de leurs vies professionnelles (substances actives, formulations, mélanges de substances,...) ;
- les situations d'exposition : les tâches réalisées, aussi bien sur les cultures que sur les élevages, par contact avec les substances manipulées ou encore avec les végétaux, les animaux ou d'autres surfaces traitées ;
- les niveaux d'exposition : les quantités de substances auxquelles les travailleurs étaient exposées, selon les différentes échelles de temps (tâche, journée, vie professionnelle) ;
- les déterminants des expositions : tels que les caractéristiques des individus, les caractéristiques des cultures et des exploitations, le type de tâches, les caractéristiques du matériel utilisé, des formulations et des équipements de protection, les perceptions des risques, les pratiques agronomiques, les contraintes imposées en amont (cahiers des charges, filières, etc.) et le marché, les réglementations, les systèmes de contrôle et leur efficacité, le conseil...

La majorité des documents répondant aux critères d'inclusion de la revue de la littérature sont postérieurs à 2000, attestant d'une montée des préoccupations dans ce domaine. Quel que soit le domaine d'expertise (métrologie, épidémiologie, ergonomie ou sciences humaines et sociales), le nombre d'articles scientifiques apportant des connaissances sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture en France est limité. Ce constat est d'autant plus préoccupant qu'il y a une très grande diversité des situations de travail dans l'agriculture française (variétés des orientations et des combinaisons productives, des statuts d'activité, des structures d'exploitation...)

Dans toutes les disciplines considérées l'identification des situations d'exposition, leur caractérisation comme l'analyse des déterminants n'ont fait l'objet que de très peu de travaux dans le cadre de la recherche publique. Ces travaux très épars sont insuffisants pour permettre une description, une analyse – et *a fortiori* une hiérarchisation – des situations d'expositions pour l'ensemble des personnes travaillant en agriculture. Si pour certains secteurs et certaines tâches quelques données sont accessibles (viticulture, grandes cultures), et cela essentiellement pour les tâches de traitement des cultures (préparation, application), il apparaît aussi que certains secteurs d'activité sont totalement invisibles et n'ont pas fait l'objet d'enquêtes identifiables dans la littérature scientifique (élevage, machinisme agricole, horticulture/maraîchage, stockage des semences, ateliers de conditionnement des productions, sous-traitance de tâches agricoles), et que certaines tâches n'ont pas ou peu été prises en compte dans la définition des expositions (tâches de réentrée, contact avec des végétaux ou des animaux traités...).

Lorsque des données sont disponibles, d'une façon générale les travaux recensés apparaissent fragmentés et hétérogènes dans leurs méthodologies de recueil de données. Ainsi les articles de métrologie montrent une grande hétérogénéité dans les protocoles et les paramètres observés sur le terrain, et ceux en épidémiologie mettent également en évidence l'hétérogénéité des informations recueillies et des outils utilisés pour les collecter. Les questionnaires ne sont ni standardisés ni validés, et les auteurs rapportent les difficultés rencontrées pour recueillir des informations de manière rétrospective à partir de la mémoire des individus et de l'absence de données archivées pour reconstituer ces informations sur l'exposition.

Quelle que soit la discipline, il y a une diversité des définitions concernant les populations potentiellement exposées. Il est vrai que le dénombrement précis des personnes travaillant en agriculture et potentiellement exposées aux substances pesticides est difficile. En effet, il ne s'agit pas uniquement des personnes réalisant les traitements sur les cultures, mais aussi de toutes celles qui sont susceptibles d'entrer au contact de surfaces traitées. Il convient d'inclure parmi elles certains groupes particulièrement difficiles à identifier et à dénombrer tels que les aides familiaux, les travailleurs saisonniers (en particulier les saisonniers étrangers), les personnes travaillant à la fois dans le secteur agricole et dans d'autres secteurs professionnels, les personnes travaillant en sous-traitance, mais aussi certains autres professionnels qui interviennent dans les exploitations tels les vétérinaires, les conseillers agricoles, les mécaniciens... L'identification des personnes exposées nécessite, de plus, de retracer des historiques professionnels détaillés pour identifier des expositions passées, parfois anciennes qui peuvent être de durée variable.

On peut enfin noter que tous les documents retenus concernent les produits phytopharmaceutiques : comme déjà évoqué, nous n'avons identifié aucun article scientifique ou document de littérature grise traitant des expositions professionnelles aux biocides et/ou aux médicaments vétérinaires en agriculture. L'appel à contribution public largement diffusé en 2014 n'a pas permis de combler ce manque.

3.2.7.2 Des enseignements importants

Ces limites ne doivent pas conduire à détourner l'attention de ces expositions professionnelles. Au contraire. La lecture des documents qui sont disponibles conduit d'autant plus à recommander de poursuivre et d'élargir la production de données d'exposition car les quelques résultats existants montrent (i) que de tels travaux sont possibles (acquis méthodologiques y compris pour les observations *in situ*), (ii) qu'ils peuvent produire des résultats contraires à l'intuition (par exemple sur l'importance de la réentrée ou l'efficacité de la protection fournie par les équipements de protection), et (iii) qu'ils confirment l'importance des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture dans plusieurs situations.

En métrologie, le nombre d'études sur l'exposition est faible mais des travaux de mesure d'exposition aux produits phytopharmaceutiques en agriculture ont été menés en France à partir des années 2000, notamment dans le cadre de l'étude Pestexpo, sur des exploitations viticoles et céréalières ainsi que dans un verger de noyers, au cours de tâches d'application et de réentrée. Ces études fournissent des données intéressantes sur les niveaux de contamination des travailleurs, voire des données surprenantes lorsqu'il est constaté par exemple (Pestexpo), qu'en viticulture, la contamination journalière médiane peut être plus importante pendant les tâches de réentrée que pendant l'application du produit, ou que des personnes ne portant pas d'équipements de protection individuelle peuvent être moins contaminées pour certaines tâches. Ces travaux permettent également de préciser les déterminants associés aux niveaux de contamination observés.

Ces résultats attestent de l'importance de réaliser des mesures dans les conditions réelles de travail. La nécessité de mesures *in situ*, est justifiée également par l'écart qui apparaît entre situations prescrites et situations réelles de travail et qui est rapporté dans des publications réalisées de divers points de vue disciplinaires. Cet écart concerne notamment (mais pas exclusivement) les difficultés liées au port d'équipements de protection qui s'éloignent des prescriptions et dont plusieurs travaux d'ergonomie expliquent les raisons.

En épidémiologie, d'assez nombreux travaux sur la question des effets des pesticides ont été également identifiés. Mais ils ne fournissent que peu de données sur les expositions aux pesticides, ne reposent pas sur des questionnaires validés permettant de recueillir de manière standardisée les informations sur les expositions et leurs déterminants (type de cultures ou d'élevage, matériel servant au traitement, équipements de protection individuelle...). Les données sont fréquemment sommaires et souvent déduites du calendrier professionnel des personnes interrogées, ne rapportant que peu de données précises sur les expositions aux pesticides. Mais les quelques résultats disponibles confirment la légitimité des questionnements sur les risques spécifiques encourus par les personnes travaillant dans l'agriculture et la nécessité de mieux documenter les situations d'exposition en situation réelle (type de matériel, port d'équipement de protection ...).

En ergonomie, plusieurs articles font ressortir les problèmes liés à l'usage d'équipements de protection individuelle (passage de certains produits au travers des matériaux des combinaisons, chaleur et surcoût cardiaque lié à la thermorégulation...). Une grande partie de l'information identifiée provient de documents de littérature grise dont la qualité est très inégale. Divers rapports et communications scientifiques y mettent en lumière les singularités de la perception des risques liés aux usages de pesticides, les difficultés liées à la conception du matériel agricole et des équipements de protection, ainsi que les questions liées à la pénibilité, montrant tout l'écart qui peut exister entre le prescrit et la réalité.

Par ailleurs plusieurs études en ergonomie et dans une moindre mesure de sciences sociales montrent qu'en partie les agriculteurs sont bien conscients des risques encourus mais tendent à ne pas les considérer pleinement faute de pouvoir concevoir des moyens techniques, économiquement viables, permettant de les éviter. Ces constats mettent à mal l'idée reçue selon laquelle la principale fonction de la prévention devrait être de sensibiliser les agriculteurs au risque et invitent à une analyse plus globale des expositions aux pesticides, de leurs déterminants et des moyens de les éviter. Ils font en effet ressortir la nécessité de considérer l'organisation d'ensemble des chantiers et des collectifs de travail pour concevoir des mesures de prévention adéquates qui ne se focalisent pas exclusivement sur la perception des risques et le port d'EPI.

Si cette question est encore assez peu présente dans le débat social, on ne peut donc pour autant en conclure à une absence de préoccupation dans la population agricole. En effet les travaux de sciences sociales, même s'ils sont peu nombreux, rapportent des stratégies actives de mise en invisibilité des problèmes (freins aux reconnaissances en maladies professionnelles, rôle du conseil lié à la vente d'intrants...) qui expliquent ce relatif silence.

L'analyse réalisée montre ainsi l'intérêt de croiser les regards disciplinaires pour faire ressortir la variété des déterminants possibles des expositions et, par la même, la variété des leviers d'action envisageables depuis les politiques publiques, le conseil, la mise à disposition de solutions techniques alternatives, l'organisation des chantiers de traitement...

3.2.7.3 Vers l'international ?

Ces constats établis sur la base de l'analyse de la littérature sur la France incitent à une confrontation à la littérature internationale afin de mesurer la spécificité de la situation française en matière de connaissances disponibles pour (i) comparer les domaines faisant l'objet d'investigations dans les différents pays et (ii) raisonner les conditions d'extrapolation vers la France de données obtenues à l'étranger.

Les tests réalisés mettent en évidence de nombreux points aveugles de la littérature sur la France. Par exemple, en sciences sociales, on ne trouve aucun document qui recense les coûts pour la collectivité et les individus des accidents du travail et/ou des maladies chroniques impliquant l'usage de pesticides, aucun document qui porte sur l'évaluation de l'efficacité d'interventions visant à réduire les expositions à risque, ou encore qui analyserait le rôle de l'étiquetage dans l'incitation à utiliser des produits en fonction de leur dangerosité.

L'analyse de la faiblesse de la littérature sur la France conduit aussi à s'interroger sur les extrapolations qui peuvent être faites à partir de données produites dans d'autres contextes. En effet, en raison de la variabilité des contextes agricoles nationaux (types de culture, types de pratiques, caractéristiques de la main-d'œuvre agricole...), certaines situations d'exposition décrites dans les littératures portant sur des pays étrangers, même si elles concernent une même production (par exemple l'arboriculture), n'ont pas nécessairement d'équivalent en France. Inversement, des situations particulières d'exposition potentiellement importantes en France n'ont pas forcément été étudiées à l'étranger. Pour organiser la réflexion sur l'utilisation des données issues de la littérature produite sur d'autres pays, des analyses plus approfondies ont été faites à partir de deux études de cas, présentées dans les volumes 3 et 4. Par ailleurs, une réflexion sur l'extrapolation de la littérature est détaillée dans le chapitre 4 de ce volume.

3.3 Informations disponibles dans les dispositifs de vigilance, dans les tableaux de maladies professionnelles, dans l'enquête SUMER, et dans les matrices emplois/expositions ou cultures/expositions

Des sources d'information diverses, recensées par le groupe d'experts, permettent, directement ou indirectement et à des degrés très divers, de documenter les expositions des personnes travaillant dans l'agriculture aux pesticides. Quelques-unes de ces sources ont été explorées de manière approfondie dans le cadre des travaux du groupe, d'autres l'ont été plus rapidement, soit pour des raisons de temps, soit pour des questions d'accessibilité des données. Elles sont listées ici pour mémoire et décrites également dans le volume 6.

3.3.1 Le Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles (RNV3P)

Le Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles (RNV3P) est un réseau de vigilance et de prévention en santé au travail qui regroupe **32 centres de consultation de pathologies professionnelles (CCPP)** de France métropolitaine (Anses, 2011). Il a vocation à rassembler les données de chaque consultation (données démographiques du patient, pathologies, expositions, secteur d'activité, profession) au sein d'une base pérenne de données nationales sur les pathologies professionnelles. C'est un système de vigilance de type passif s'appuyant sur la participation de ces **32 CCPP hébergés par les CHU** ainsi que de **7 services de santé au travail (SST)**.

3.3.1.1 Cas des CCPP

Entre 2001 et 2009, le RNV3P a enregistré 118 852 problèmes de santé au travail (PST) signalés au sein des CCPP dont 47 768 pathologies en relation avec le travail (PRT), tous secteurs confondus.

Le secteur de l'agriculture, de la pêche et de la sylviculture totalise 558 PRT enregistrées entre 2001 et 2009.

3.3.1.2 Cas des SST

Le réseau des « services de santé au travail sentinelles » a enregistré **3 622 pathologies en relation avec le travail (PRT) entre 2003 et 2009, tous secteurs confondus**. Ces PRT sont issues des visites médicales (systématiques ou de reprise) de salariés vus sur cette période par les médecins sentinelles des sept services de santé au travail participant au réseau.

Le secteur de l'agriculture, de la pêche et de la sylviculture totalise 243 PRT (**6,7 % du total des PRT**) dont **235 PRT** pour lesquelles un poste responsable est renseigné. Les **maladies ostéo-articulaires** sont prépondérantes aussi bien chez les hommes (93 %) que chez les femmes (85 %). Les autres catégories de pathologies sont peu représentées dans l'ensemble (entre 0 et

2 %). 90 % des 235 PRT concernent un **poste dans la « viticulture »**. Il s'agit d'une particularité locale liée au fait que le principal service de santé au travail contributeur dans le secteur agricole est situé à Bordeaux. Les autres postes concernent la « réalisation et l'entretien de plantations ornementales », « l'exploitation forestière » et les « services forestiers » avec, pour chaque poste, un peu plus de 2 % des PRT déclarées dans ce secteur (respectivement n = 6, n = 5, n = 5).

Les informations sur les expositions aux pesticides issues de cette base de données ne concernent que les salariés. De plus elles sont relativement rares et peu informatives.

3.3.2 Réseau Phyt'attitude de la Mutualité sociale agricole

Le réseau de toxicovigilance Phyt'attitude de la Mutualité sociale agricole (MSA) a vocation à recenser les effets de santé indésirables aigus, subaigus et chroniques signalés par l'ensemble des professionnels exposés aux produits phytopharmaceutiques, aux biocides et à d'autres produits chimiques (solvants, carburants...).

3.3.2.1 Fonctionnement

Ce réseau est basé sur un système participatif et déclaratif. Il ne permet pas un recueil exhaustif de l'ensemble des incidents liés aux expositions aux produits phytopharmaceutiques et biocides. Les signalements observés ne peuvent donc être extrapolés à l'ensemble des populations professionnelles exposées à ces produits.

Lorsqu'une symptomatologie est suspectée d'être en lien avec une **exposition aiguë** à un produit, le cas fait l'objet d'un signalement anonymisé par un médecin du travail de la MSA au moyen d'un dossier standardisé. Un expert toxicologue évalue et attribue à chaque dossier l'imputabilité aux couples produit/trouble-symptôme selon la méthode classique utilisée en pharmacovigilance (Begaud *et al.*, 1985).

En ce qui concerne les **pathologies chroniques**, quel que soit l'organe concerné, les signalements sont recueillis sur un dossier spécifique différent des dossiers de signalements aigus. La structuration du dossier permet de consigner les périodes successives d'exposition. Ces dossiers anonymisés sont également examinés par un expert toxicologue en vue de l'estimation de la probabilité d'un lien éventuel entre la pathologie et l'activité professionnelle du déclarant mais ils ne font pas l'objet d'une imputabilité par produit. Ces signalements ne sont pas saisis dans la base de données Phyt'attitude. Ils font l'objet d'un traitement séparé des données.

3.3.2.2 Les signalements entre 2008 et 2010

Le rapport d'activité du réseau Phyt'attitude (CCMSA, 2015) pour la période allant de début 2008 à fin 2010 fait état de 607 dossiers reçus avec la répartition suivante :

- 397 dossiers relatifs à des intoxications aiguës ou subaiguës aux produits phytopharmaceutiques, médicaments vétérinaires, hormones dont 245 dossiers imputables ;
- 55 dossiers liés à des expositions à des produits « chimiques »¹¹ dont 52 dossiers ayant fait l'objet d'une imputabilité ;
- 101 dossiers de pathologies chroniques ;
- 54 dossiers classés sans suite.

¹¹ Produits sans rapport direct avec la protection des cultures ou l'usage vétérinaire.

Il existe une différence significative du nombre de signalements selon les caisses de MSA. Par exemple, 66 signalements sont issus du Nord-Pas-de-Calais, 46 de Provence-Alpes-Côte d'Azur et 43 de Picardie, mais seulement un pour la Corse, un pour le Limousin, ou encore quatre pour la Haute-Normandie.

Dans le cadre des **intoxications aiguës et subaiguës** aux produits phytopharmaceutiques, les 245 cas ayant permis d'établir une imputabilité aux produits phytopharmaceutiques concernent principalement les hommes (78,4 %). Les signalements concernent pour près de deux tiers des salariés et pour un tiers des exploitants. Les cultures où les travailleurs sont le plus exposés sont les céréales, les semences, la vigne et les fleurs et arbres d'ornement.

Les tâches d'applications mécanisées de la bouillie représentent 20,8 % des dossiers (11,4 % pour les applications manuelles). Parmi les autres tâches les plus souvent signalées figurent également les interventions sur culture après traitement (19,2 %), la manipulation de semences traitées (18,4 %), le remplissage du matériel (18,4 %) et la préparation de la bouillie (18 %). Pour l'ensemble des dossiers, les fongicides représentent 32 % des signalements, les insecticides et acaricides 31 % et les herbicides 20 %. Les symptômes les plus fréquemment signalés sont cutanés, digestifs, neurologiques et neuromusculaires.

Concernant les **pathologies chroniques**, sur les 101 dossiers reçus durant la période considérée, 91 ont pu faire l'objet d'une expertise. Ces derniers concernent principalement une population masculine composée majoritairement d'exploitants. Sur l'ensemble des dossiers expertisés, il a été possible d'établir la période d'exposition pour 89 dossiers. Parmi ces derniers, des durées d'exposition supérieures à 30 ans sont observées dans 46,1 % des cas. Certains signalements font état de l'utilisation de plusieurs centaines de produits sur la totalité de la période d'exposition.

3.3.3 Informations disponibles dans les tableaux de maladies professionnelles

Selon l'article L461-1 du code de la Sécurité sociale, est présumée d'origine professionnelle toute maladie désignée dans un tableau de maladies professionnelles et contractée dans les conditions mentionnées à ce tableau. Il existe actuellement 114 tableaux de maladies professionnelles pour le régime général et 58 pour le régime agricole (<http://www.inrs-mp.fr/mp/cgi-bin/mppage.pl?>). Parmi les tableaux de maladies professionnelles du régime agricole, 14 mentionnent des produits susceptibles d'entrer dans la composition des pesticides. Il s'agit des tableaux 8, 10, 11, 13, 13BIS, 23, 28, 28BIS et 58 (lien direct avec des pesticides) ainsi que les tableaux 12, 19, 19BIS, 21 et 48 (lien indirect avec des pesticides).

Seuls quatre tableaux du régime agricole concernent les pathologies chroniques en lien avec une exposition à des pesticides. Il s'agit du tableau 10 (intoxications chroniques, affections cancéreuses), du tableau 28bis (carcinome du nasopharynx), du tableau 58 (maladie de Parkinson) et du tableau 59 (hémopathies malignes).

Aucun de ces tableaux de maladies professionnelles n'apporte d'éléments de connaissance au sujet de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

Il n'a pas été envisageable dans le temps imparti à cette expertise de recueillir les données contenues dans les dossiers de demande de reconnaissance de maladies professionnelles. Tout au plus peut-on ici rappeler les conclusions du rapport de la mission commune d'information sur les pesticides et leur impact sur la santé et l'environnement (Bonney, 2012) sur le très faible nombre de maladies professionnelles reconnues chaque année en lien avec l'usage des pesticides dans le cadre du régime agricole de la Sécurité sociale : 47 maladies (24 pour des salariés, 23 pour des exploitants) sur la période 2002-2010.

Actuellement, ni le contenu des tableaux ni leur usage à des fins médico-administratives de reconnaissance ne fournissent d'éléments susceptibles d'alimenter la connaissance des expositions.

3.3.4 Informations disponibles dans l'enquête SUMER

La SURveillance MEDicale des Risques professionnels (SUMER) fait l'objet d'une enquête organisée tous les 8 ans depuis 1986 par le ministère chargé du travail, la DARES et l'inspection médicale. Les objectifs de cette enquête sont de connaître les différentes nuisances auxquelles sont soumis les salariés, de caractériser ces risques et de mesurer les évolutions des expositions.

La conception du questionnaire et les spécifications de la collecte ont été élaborées par un comité de pilotage regroupant des experts des conditions de travail et de la santé au travail issus de nombreuses institutions et de disciplines variées : ergonomie, épidémiologie, sociologie etc. Les résultats de l'enquête Sumer 2010 sont représentatifs de près de 22 millions de salariés, soit 92 % des salariés (après redressement de l'échantillonnage).

Dans le secteur de l'agriculture, l'enquête concerne les salariés du régime agricole, excluant *de facto* les salariés travaillant dans ce secteur mais affiliés à un autre régime social ainsi que les personnes ayant un statut de travailleur indépendant (chefs d'exploitations, co-exploitants...).

Le recueil des données auprès des salariés agricoles a été réalisé au cours de la visite médicale systématique au moyen d'un questionnaire anonyme standardisé, rempli par le médecin du travail. Le questionnaire comportait des données sur :

- les caractéristiques de l'établissement employeur,
- les caractéristiques du salarié,
- les contraintes organisationnelles et relationnelles dans la situation habituelle de travail en général,
- les expositions au cours de la dernière semaine travaillée aux agents biologiques, aux agents chimiques et aux contraintes physiques,
- le jugement du médecin sur la qualité du poste et/ou de l'environnement de travail, en tenant compte des protections collectives et des protections individuelles mises à disposition.

Une enquête spécifique de la MSA sur les produits phytopharmaceutiques a été réalisée parallèlement à l'enquête SUMER 2010. Un questionnaire additionnel a été distribué par les médecins du travail aux salariés agricoles répondant à l'enquête SUMER initiale. L'objectif principal de ce questionnaire était de pouvoir mieux estimer la proportion de salariés exposés à des produits phytopharmaceutiques en les interrogeant sur l'année écoulée et non uniquement sur la dernière semaine de travail, comme cela est le cas dans le questionnaire général SUMER.

Le questionnaire cible les expositions professionnelles aux produits phytopharmaceutiques et exclut donc les biocides et les médicaments vétérinaires antiparasitaires à usage externe. Il s'intéresse à trois classes générales de produits (fongicides, herbicides et insecticides) et une dernière non précisée (autres pesticides). Concernant le port de protections individuelles parmi les salariés ayant réalisé différentes tâches, le médecin du travail devait émettre un jugement afin d'évaluer l'adéquation entre la protection et l'activité.

Mais il faut noter que les éléments d'appréciation permettant d'étayer ce jugement restent approximatifs, aucun critère d'objectivation n'étant disponible. Ceci peut conduire à des biais de sur ou sous-estimation et potentiellement à des différences de jugement entre les médecins du travail. De même, les données concernant l'existence de protections collectives, recueillies uniquement sur le déclaratif du salarié sans évaluer précisément la nature de cette protection collective et son efficacité vis-à-vis de l'exposition aux produits phytopharmaceutiques, sont délicates à interpréter. Enfin, il apparaît difficile également d'interpréter les statistiques relatives à l'intensité de l'exposition. Ces résultats s'appuient sur une appréciation des médecins du travail après entretien avec le salarié sans s'appuyer sur des mesures météorologiques et sans VLEP ou référentiel sanitaire existant. Concernant la question du « travail sur végétal traité », il n'a pas été précisé dans le guide de remplissage le temps pendant lequel on considérerait un travail sur végétal traité.

Ce questionnaire a été soumis à 2 732 personnes. 44 questionnaires ont été considérés comme non exploitables. Sur les 2 688 questionnaires restants, 221 personnes n'ont pas répondu à ce

questionnaire, soit un taux de réponse de 92 %. La proportion de salariés déclarant être exposés à au moins l'un des groupes de produits phytopharmaceutiques atteint 25 % en 2010 sur l'année (8 % au cours de la dernière semaine travaillée selon l'enquête générale SUMER) avec 17 % des salariés exposés aux fongicides, 20 % aux herbicides et 17 % aux insecticides. Les principaux résultats de l'étude montrent que, parmi les salariés déclarant être exposés à des produits phytopharmaceutiques, près de 73 % déclarent l'être lors de l'application, 56 % lors du nettoyage du matériel, 54 % lors de la préparation de la bouillie, 36 % lors du travail sur végétal traité et 7 % lors de l'enrobage des semences. Concernant le port des EPI, entre 78 % et 84 % des salariés préparant les bouillies déclarent utiliser une protection cutanée jugée adaptée par le médecin du travail (entre 3 % et 4 % jugée non adaptée). Concernant le travail sur végétal traité le pourcentage de salariés déclarant utiliser une protection cutanée et jugée adaptée par le médecin du travail atteint 26 % (2,5 % non adaptée). Enfin, près de 45 % des salariés effectuant l'enrobage des semences déclarent utiliser une protection respiratoire (jugée adaptée par le médecin du travail).

3.3.5 Informations disponibles dans les matrices emplois/expositions ou cultures/expositions

En épidémiologie des risques professionnels, l'évaluation des expositions est une étape clé pour l'estimation des risques de maladie. La connaissance individualisée, précise et historique des expositions est un élément important qui peut s'appuyer sur le recueil des pratiques, des tâches, des produits utilisés, des données d'hygiène industrielle, des mesures dans l'environnement ou dans les milieux biologiques... Concernant les pesticides, ces données sont rares voire inexistantes de manière historique en France (Jas, 2008; Jas, 2010). C'est pourquoi d'autres outils ont été développés par les chercheurs du domaine « santé-travail » pour aider à l'évaluation rétrospective des expositions, en particulier dans les études épidémiologiques portant sur des maladies chroniques, mais aussi pour des objectifs de surveillance des expositions.

Les matrices emplois/cultures-expositions font partie de ces outils. Elles visent à collecter ou estimer des données sur l'usage des pesticides en fonction des emplois agricoles (matrice emploi-exposition) ou des cultures menées sur les exploitations, sous la forme de paramètres, tels que la probabilité, l'intensité ou la fréquence d'exposition à une famille de pesticides ou à une substance active donnée. Ces matrices peuvent être plus ou moins spécifiques d'un environnement géographique ou d'une période donnée. Les matrices emplois/cultures-expositions se présentent ainsi sous la forme de tables à plusieurs dimensions : i) les intitulés d'emploi (définis selon des nomenclatures nationales ou internationales) ou les intitulés des cultures ii) une liste de pesticides (groupe, famille ou substance active), iii) une unité temporelle (année ou période). À l'intersection de ces dimensions, divers paramètres d'exposition sont renseignés, à partir de sources plus ou moins nombreuses et détaillées. Les paramètres d'exposition les plus fréquemment renseignés à partir de ces sources sont la probabilité d'être exposé (estimation de la proportion d'agriculteurs ayant utilisé le pesticide) et/ou la probabilité de fréquence de l'exposition (estimation du nombre de jours de traitement avec le pesticide par an) et/ou la probabilité de l'intensité d'exposition (exposition faible/moyenne ou forte, doses à l'hectare préconisée...). Les matrices permettent d'estimer les expositions indépendamment de la déclaration des personnes incluses dans les études épidémiologiques, y compris sur des populations de grande dimension. Il est peu fait appel à la mémorisation des sujets. Les matrices utilisées seules attribuent les mêmes paramètres d'exposition à l'ensemble des individus ayant un même emploi ou pratiquant une même culture (pour une même période). C'est pourquoi, lors de leur utilisation dans les études épidémiologiques, elles peuvent être couplées à des déterminants d'exposition individuels (tâches précisément effectuées, type de matériel utilisé, caractéristiques individuelles, port d'EPI...) obtenus par des questionnaires auprès des personnes, notamment pour mieux apprécier les niveaux d'exposition potentiels des individus. Ainsi, les matrices permettent d'estimer les expositions aux pesticides (nature des pesticides, et estimation quantitative) pour les personnes dont on dispose d'un historique des emplois et/ou des cultures menées au cours de la vie

professionnelle. Concernant les pesticides, trois matrices cultures-exposition, développées pour le contexte agricole français ont été recensées et sont décrites ci-après.

3.3.5.1 Matrice viticulture dans le département de l'Hérault (Daures *et al.*, 1993)

Il s'agit d'une matrice spécifiquement dédiée à la viticulture dans l'Hérault. Les données utilisées pour la réalisation de cette matrice sont issues du recueil de calendriers de traitement disponibles auprès de 85 exploitations viticoles. La période considérée s'étend de 1950 à 1988 et est subdivisée en cinq périodes considérées comme homogènes. Ce recueil a permis de recenser 238 produits commerciaux totalisant 117 substances actives distinctes. Des informations concernant les quantités appliquées à l'hectare et la forme du produit commercial (liquide ou poudre) ont également été prises en compte. L'ensemble des données ainsi compilées a fait l'objet d'une expertise par un groupe d'experts (ingénieurs spécialistes) pour sa validation. Une mise à jour de cette matrice a été effectuée jusqu'en 2000 et étendue aux départements du Gard et de l'Aude. Le Tableau 7 présente une illustration des paramètres estimés en fonction des périodes pour quelques molécules.

Tableau 7 : Extrait de la matrice (Fabbro-Peray, 1997)

Période	Molécule	m' _i	Traitement	R _i	std R _i	Min R _i	Max R _i	Pb _i
1978-88	ALPHAMETRINE	3	LIQUIDE	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01
1966-70	AMINOTRIAZOLE	1	LIQUIDE	1.68	.	1.68	1.68	0.02
1971-78	AMINOTRIAZOLE	68	LIQUIDE	2.05	1.14	0.03	5.20	0.32
1978-88	AMINOTRIAZOLE	300	LIQUIDE	1.67	1.29	0.04	15.60	0.52
1966-70	ARSENITE-DE-SODIUM	7	LIQUIDE	1.59	1.01	1.00	3.13	0.14
1971-78	ARSENITE-DE-SODIUM	67	LIQUIDE	2.23	0.89	1.00	6.25	0.31
1978-88	ARSENITE-DE-SODIUM	131	LIQUIDE	1.86	0.89	0.26	5.00	0.23
1966-70	AZINPHOS-METHYL	1	LIQUIDE	1.00	.	1.00	1.00	0.02
1971-78	AZINPHOS-METHYL	3	LIQUIDE	0.89	0.19	0.67	1.00	0.01

m'_i : représente le nombre d'années x exploitant ayant utilisé la molécule sur la période considérée i

R_i : représente l'estimation de la quantité moyenne de molécule par année x exploitants et par hectare traité pendant la période i

std R_i, Min R_i, Max R_i : représentent respectivement l'écart type, la valeur minimale et la valeur maximale de R_i

Pb_i : représente la probabilité qu'un exploitant ait utilisé la molécule par année où il a cultivé la vigne pendant la période i

3.3.5.2 Matrice culture exposition Pestimat (Baldi *et al.*, 2015)

La matrice culture-exposition Pestimat a pour objectif de retracer l'historique de l'utilisation des pesticides dans les principaux contextes agricoles français à partir de 1950, en vue d'être utilisée à des fins épidémiologiques et de médecine du travail. Ce projet est coordonné par le Laboratoire Santé Travail Environnement de l'Université de Bordeaux et l'UMR cancers et préventions au centre de lutte contre le cancer François Baclesse à Caen. Les tables, organisées par familles de pesticides pour chaque culture, fournissent de manière quantitative continue les paramètres d'exposition suivants : 1) probabilité, 2) fréquence, 3) intensité. Les sources de données utilisées pour la conception de cette matrice sont issues de données d'homologation (ministère en charge de l'agriculture, Index Acta), de données de recommandation (service de protection des végétaux, groupements d'agriculteurs) et de données d'utilisation (données d'un panel d'agriculteurs de l'industrie phytopharmaceutique, calendriers de traitements d'agriculteurs). À ce jour, plus de 500 substances actives sont incluses dans les tables pour quatre cultures (blé/orge, maïs, vigne, arboriculture), correspondant pour 30 % à des fongicides, 30 % à des herbicides et 40 % à des insecticides. Les données de la matrice sont d'ores et déjà utilisées dans le service de consultation professionnelle du CHU de Bordeaux (extension prévue aux autres CHU courant 2016), et dans deux études épidémiologiques (AGRICAN, PHYTONER). Elles ont par ailleurs été mises à profit dans le cadre d'un consortium international de cohortes agricoles (AGRICOH) (<http://agricoh.iarc.fr/>). À titre d'illustration, le Tableau 8 présente un extrait de la matrice

PESTIMAT, à savoir un résumé de la table concernant l'utilisation des insecticides organophosphorés en vigne.

Tableau 8 : Extrait de la table « Organophosphorés en Viticulture ». Matrice PESTIMAT (Blanc-Lapierre *et al.*, 2013)

Table 1. Parameters From the Crop Exposure Pesticide Matrix for Organophosphates Used in Vine Growing in France Since 1950

Chemical	Dates of Use (Approval–End)	Annual Probability of Use, %			Year(s) of Maximal Probabilities	Median Frequency of Use, days/year	Application Rate, kg/ha	Concentration in Product, mg/100 mL ^a	ADI, mg/kg of body weight/day ^b
		Minimum	Median	Maximum					
Acephate	1973–1989	1.0	1.0	1.4	1979	1	0.75	50.0	0.03
Azinphos ^{c,d}	1959–2007	1.0	1.0	14.0	1977	2	0.45	35.0	0.03
Bromophos ^e	1967–1991	1.0	1.4	1.4	1979	1	0.50	32.5	0.04
Carbophenothion	1962–1990	1.0	1.4	1.5	1968–1969	1	0.30	17.5	0.0005
Chlorpyrifos ^{d,f}	1979–still in use	1.0	2.0	35.2	2001	1	0.30	25.0	0.01
Chlorthion	1960–1963	0	0	0			0.50	NA	NA
Demeton ^{d,g}	1956–1996	1.0	3.6	19.2	1979	1	0.25	7.5	0.0003
Dialifos	1969–1999	0	0	0			0.72	48.0	NA
Diazinon	1956–2008	0	0	<0.5	1956	2	0.24	20.0	0.0002 ^h /0.005
Dichlorvos	1972–2008	0	0	0			1.25	50.0	0.00008 ^h /0.004
Diethion ^d	1960–2003	1.0	6.4	12.3	1977	1	0.60	50.0	0.002
Dimethoate	1960–still in use	0	1.4	6.0	1994	1	0.30	30.0	0.001 ^h /0.002
Dioxathion	1959–1996	<0.5	4.0	7.5	1977	1	0.20	10.0	0.0015
Endothion	1958–1960	0	0	0			0.50	25.0	NA
EPN	1956–1970	<0.5	<0.5	<0.5	1955	1	0.30	25.0	NA
Fenitrothion ^d	1968–2008	0	7.0	21.7	2004	2	0.30	25.0	0.005 ^h /0.006
Formothion	1963–2003	1.0	1.0	3.4	1979	1	0.40	33.8	NA
Malathion ^{d,i}	1956–2008	1.0	2.0	16.6	1975	2	0.75	35.0	0.03 ^h /0.3
Methamidophos	1968–1997	0	0	0			0.60	40.0	0.004
Methidathion ^d	1965–2004	1.0	6.0	14.6	1975	2	0.35	20.0	0.001
Mevinphos (phosdrin) ^d	1959–2003	1.0	1.0	6.3	1979	2	0.50	10.0	0.0008
Monocrotophos	1969–1997	<0.5	1.0	3.2	1979	1	0.30	17.5	0.0006

Table continues

3.3.5.3 Matrice cultures-expositions Matphyto (Spinosi et Févotte, 2008)

Le programme Matphyto, coordonné par le département santé-travail de l'Institut de veille sanitaire (InVS) et l'Université Lyon 1 (Umrestte), a pour objectif de développer des matrices cultures-expositions pour chacune des principales cultures agricoles françaises, pour les grands types de phytopharmaceutiques (herbicides, insecticides, fongicides...), catégorisés en grandes familles chimiques (phytohormones de synthèse, organophosphorés...) et définis en substances actives spécifiques. Des indicateurs (probabilité, fréquence et intensité d'utilisation) permettent d'estimer les expositions potentielles de manière chronologique (depuis 50 ans) et selon un découpage géographique national large. Les indices qui constituent la matrice sont issus de la compilation de plusieurs sources d'informations (index ACTA, revues spécialisées, rapports techniques, statistiques agricoles...) et sont expertisés pour validation par des agronomes. Différents organismes sont approchés à cette fin : Chambres d'agriculture, pôle alimentation des Draaf, instituts techniques agricoles (ITA), différentes équipes Inserm, MSA... Matphyto est dans un premier temps spécifiquement adapté à la population agricole et a vocation à couvrir l'ensemble du territoire pour les principales cultures. Des matrices spécifiquement dédiées aux produits arsenicaux utilisés en arboriculture, viticulture et en culture de pomme de terre depuis les années 1950 sont disponibles. D'autres matrices en cours de réalisation ou de validation devraient permettre l'évaluation de la probabilité de l'exposition aux différentes substances actives et

familles chimiques utilisées pour les principales cultures agricoles françaises : céréales à paille, maïs, vigne, pomme de terre, etc. Les matrices de Matphyto sont destinées à être largement diffusées auprès des équipes de recherche et des professionnels de santé. Le Tableau 9 présente la table concernant les utilisations d'arsenic en viticulture.

Tableau 9 : Extrait de la matrice (Spinosi et Févotte, 2009)

TABLEAU 4 MATRICE VITICULTURE-PESTICIDES ARSENICAUX			
Périodes	Probabilité d'utilisation	Intensité : dose par traitement (g As/ha)	Fréquence : nombre de traitements/an
1945-1955	35 %	2 100	1,8*
1956-1965	25 %	2 800	1,3
1966-1973	30 %	3 000	1,3
1974-1985	20 %	5 000	0,7
1986-2001	25 %	5 000	0,7

3.4 Informations disponibles dans le cadre de l'homologation

L'autorisation de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques, des biocides et des produits vétérinaires est conditionnée par une évaluation de leur efficacité et de leurs dangers (données toxicologiques) couplée à une évaluation des contaminations environnementales et des niveaux d'exposition auxquels seront soumis les travailleurs et la population générale de manière à évaluer *a priori* les risques environnementaux et les risques sanitaires. Dans ce cadre, les processus d'homologation de ces substances et des produits qui les contiennent utilisent des données concernant l'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture aux pesticides et sont également susceptibles d'en générer. Toutefois, ces données ne font que rarement l'objet de publication dans des revues avec comité de lecture. C'est pourquoi il n'était pas possible de les identifier au travers de la revue systématique de la littérature. Les industriels ont été sollicités par l'Anses dans le cadre de l'appel à contributions complémentaires. De plus, des documents-guides et des dossiers d'évaluation réglementaire ont été analysés pour identifier les données d'exposition exploitées (pour plus de précisions sur ces sources, voir le volume « Expositions et homologation des pesticides » du présent rapport).

Il convient de distinguer deux types de données d'exposition utilisées dans le cadre de l'homologation :

- des données d'exposition génériques issues d'études de terrain et dont l'ensemble permet généralement de construire un modèle. Le principe du modèle est finalement d'extrapoler l'exposition, à partir du jeu de données ayant servi à le construire, aux autres situations d'exposition en modulant quelques paramètres influençant le niveau d'exposition comme la dose d'utilisation ;
- des données d'exposition spécifiques issues également d'études de terrain mais générées expressément pour le besoin de l'évaluation d'un produit en particulier.

Les études servant à la construction des modèles génériques n'étaient pas accessibles, bien que leurs références soient parfois indiquées dans les différents documents-guides. Aussi, il n'a pas été possible de pleinement les analyser. Ceci s'explique par le fait qu'un grand nombre de ces études ne sont pas dans le domaine public mais restent la propriété des firmes qui les ont produites au cours de la procédure d'homologation des substances et des produits. Il est affirmé dans le dernier document-guide de l'Efsa que les données incluses dans les modèles pourront à l'avenir être publiquement consultées, mais la démarche pour l'accès à ces données n'est pas clairement explicitée. Aussi, à ce jour, les données d'exposition utilisées pour l'homologation ne sont pas identifiées et les études les ayant produites n'ont pas été soumises aux règles usuelles de la validation scientifique. Il a été tout de même constaté que le nouveau modèle d'exposition

pour les applicateurs de produits phytopharmaceutiques, l'AOEM, ne contenait aucune étude conduite dans des exploitations agricoles françaises.

Concernant les études d'exposition spécifiques, dont les résumés figurent dans les dossiers d'homologation pour lesquels elles ont été expressément conduites, seules deux études réalisées en France, transmises par les industriels, ont été identifiées. Ces deux études ont fait l'objet d'une analyse qui se trouve dans le volume 7. La rareté des études d'exposition spécifiques tient au fait que les procédures réglementaires d'évaluation des risques sont itératives et n'exigent du pétitionnaire qu'il ne produise des données originales d'exposition qu'en dernier recours. C'est le cas lorsque l'estimation des niveaux d'exposition conduit à un dépassement de la valeur jugée acceptable (en regard des données toxicologiques de la substance) sur la base des valeurs obtenues par la modélisation, généralement après intégration du port d'équipements de protection individuelle.

3.5 Informations disponibles dans les statistiques agricoles

Outre la recherche d'information sur les populations pouvant subir des expositions professionnelles en agriculture, différentes bases de données ont été explorées par le GT (volume 5) afin d'examiner dans quelle mesure elles permettraient de documenter les situations d'activités dans leur diversité (pratiques, caractéristiques des exploitations...) selon les filières, et repérer des situations d'expositions potentielles, notamment au travers des données disponibles sur les structures des exploitations et les pratiques agricoles.

Les principales bases de données explorées ont été le recensement de l'agriculture 2010 (RA 2010) complétées d'un examen des données du réseau d'information comptable agricole (RICA), de l'enquête emploi Insee...) et des enquêtes « Pratiques culturelles grandes cultures » de 2011 conduites par le service de la statistique et de la prospective (SSP) du ministère en charge de l'agriculture. Cette approche exploratoire s'est focalisée sur l'analyse de quelques aspects particuliers (données de cadrage, élevage ovin, arboriculture, pratiques agricoles pour les cultures de colza et de canne à sucre), le GT n'ayant ni la vocation ni les moyens de faire un traitement complet de ces bases de données. Aucune des bases mobilisées ne fournit d'informations directes sur les expositions des personnes aux pesticides. Les données recueillies au travers de ces enquêtes le sont principalement dans une optique « production » et n'ont pas été conçues pour documenter des questions de santé publique. Ainsi, à l'exception des exploitations où n'intervient qu'une personne, il n'est pas possible de relier les données recueillies sur les pratiques ou les caractéristiques d'une exploitation aux tâches réalisées par une personne précise. Pour autant, cette première exploration montre que l'analyse de ces données apporte des éclairages intéressants, et il serait utile de la systématiser. Certains de ces résultats sont synthétisés ci-après. La démarche qui a été poursuivie est détaillée dans le volume 5.

■ Des données de cadrage essentielles pour documenter les situations d'activité

Comme nous l'avons montré précédemment, le RA fournit des données générales de cadrage utiles pour repérer différents types de populations de personnes travaillant dans l'agriculture (population des travailleurs de l'agriculture et plus généralement des personnes pouvant être exposées sur une exploitation) dans différents types de systèmes de production.

Il est toutefois possible de décrire quelques grandes régularités dans l'organisation des collectifs de travail selon les orientations technico-économiques des exploitations (OTEX)¹². Ainsi, les exploitations spécialisées en élevage ovin et les exploitations spécialisées en arboriculture, correspondant aux études de cas retenues par le GT, présentent deux profils de main-d'œuvre radicalement différents. Les premières sont très centrées sur la main-d'œuvre familiale, tandis que les secondes reposent de façon très importante sur de la main-d'œuvre occasionnelle.

Ces statistiques fournissent également des données sur des caractéristiques des exploitations utiles pour une première approche des situations potentielles d'exposition (nature des productions et leur combinaison sur l'exploitation, pourcentage de surfaces recevant des pesticides...) et pour concevoir la prévention (pourcentage d'exploitations utilisant internet...).

■ Quelques enseignements sur les situations potentielles d'exposition en grandes cultures : le cas des pratiques sur colza et canne à sucre

Un exemple de résultats d'une première exploration de ces données est fourni ci-dessous pour illustrer le type d'information qu'elles permettent d'ores et déjà de fournir.

Ainsi, les enquêtes « pratiques culturelles » ont principalement vocation à décrire des itinéraires techniques. Elles ne permettent pas de produire des données d'exposition au sens du niveau de contamination de l'environnement du travail et/ou de l'imprégnation *via* les matrices humaines. L'objet à décrire est en effet l'itinéraire technique sur la parcelle et non pas l'individu qui y intervient, qu'il s'agisse d'une opération d'application d'un produit phytopharmaceutique (PPP) par un opérateur ou d'une opération de réentrée pour l'entretien de la culture ou la récolte par un travailleur. Le GT a toutefois souhaité étudier la possibilité, à partir des informations collectées dans ces enquêtes, d'identifier des informations de nature à renseigner sur une possible exposition des travailleurs et/ou des opérateurs.

Trois informations ont ainsi été retenues ou reconstituées à partir des données contenues dans les questionnaires d'enquête. Il s'agit du **nombre total de produits phytopharmaceutiques utilisés par parcelle**, du **nombre de substances distinctes appliquées par parcelle** ainsi que du **nombre d'interventions en réentrée**, pour trois types de délais (2 jours, 7 jours, 15 jours). Ces trois informations renseignent respectivement sur l'exposition potentielle directe (au travers d'un nombre de fois où l'opérateur manipule des bidons de produits), l'exposition potentielle à un cumul de molécules sur l'ensemble de la campagne agricole, et l'exposition indirecte du travailleur à travers un retour sur une parcelle traitée.

Les enquêtes « pratiques culturelles » en grandes cultures sont conduites sur plusieurs productions¹³. Pour explorer les perspectives ouvertes par ces données afin de documenter les situations potentielles d'exposition, le GT a choisi de conduire un premier travail exploratoire à partir des données de l'enquête 2011 sur le colza, espèce largement cultivée en France et parmi les cultures annuelles les plus consommatrices de produits phytopharmaceutiques. Les parcelles renseignées dans l'enquête sont représentatives de l'ensemble des parcelles de colza en France, sachant qu'en 2010, 72 885 exploitations cultivaient du colza (RA 2010).

¹² L'OTEX (Orientation technico-économique des exploitations) est une classification européenne des exploitations agricoles selon leurs orientations technico-économiques. Une exploitation est spécialisée dans une orientation si la PBS (production brute standard) de la ou des productions concernées dépasse deux tiers du total.

¹³ Les cultures interrogées en 2011 étaient le blé tendre, le blé dur, l'orge, le triticale, le maïs (grain et fourrage), le colza, le tournesol, le pois protéagineux, la betterave industrielle, la pomme de terre, les prairies temporaires, les prairies permanentes intensives et la canne à sucre (Réunion, Guadeloupe).

Ce travail d'analyse multivariée permet d'identifier trois groupes distincts de conduites, différant par leur niveau d'intensification en intrants notamment, et particulièrement en produits phytopharmaceutiques.

Trois profils d'utilisation des intrants en culture de colza

- **Le profil 1 : « les économes en intrants » (n = 431 ; 20,5 %)**

Ces parcelles peuvent être considérées comme peu intensives en utilisation d'intrants chimiques. Le recours aux produits phytopharmaceutiques y est faible (bien inférieur aux « références » nationales d'IFT calculées dans le cadre des MAEt¹⁴ et basées sur le 7^e décile des données des enquêtes « pratiques culturales ») et nettement moindre que dans les deux autres profils, et ce surtout pour les produits non herbicides, mais également dans une moindre mesure pour les produits herbicides. Les apports en fumure minérale, avec 100 kg/ha en valeur médiane, sont également très faibles pour cette culture dont la moyenne nationale se situe plutôt autour de 152 kg/ha. Cela traduit en fait un recours aux apports organiques plus important. Enfin, ces parcelles économes en intrants font l'objet de labours plutôt réguliers sur les cinq années précédant le colza¹⁵.

Les parcelles de ce profil représentent 20,5 % de l'échantillon.

- **Le profil 2 : « les intensifs laboureurs » (n = 1 007 ; 48,0 %)**

Ce profil représente le groupe le plus important avec près de la moitié des parcelles. Il se caractérise par des parcelles conduites de manière intensive sur le plan de l'utilisation d'engrais azotés et de produits phytopharmaceutiques. Légèrement plus consommateur d'herbicides que le profil 1 (IFT herbicide médian de 1,2 contre 0,9 pour le profil des économes), il est surtout beaucoup plus intensif en produits non herbicides (IFT hors herbicide médian de 4 contre 1,8 pour les économes) et en azote minéral (valeur médiane de 170 kg/ha contre 100 kg/ha pour les économes). Enfin, il regroupe des parcelles dont la pratique du labour sur les cultures de la succession de six ans est très fréquente.

- **Le profil 3 : « les intensifs non laboureurs » (n = 663 ; 31,5 %)**

A l'image des parcelles du profil 2, les parcelles de ce profil sont caractérisées par des pratiques très intensives en intrants phytosanitaires et azotés. Elles se distinguent toutefois du profil 2 par une pratique du labour sur la succession de six ans relativement rare (fréquence moyenne faible de labour sur la succession) et de façon concomitante un recours encore plus important aux herbicides (IFT herbicide médian autour de 2 contre 1,3 pour les intensifs laboureurs).

Ces parcelles très intensives représentent 31,5 % de l'échantillon.

Plusieurs constats peuvent être formulés à l'examen des caractéristiques de ces trois profils concernant notamment le matériel utilisé, l'hétérogénéité des techniques de culture (et de l'usage de produits phytopharmaceutiques associés), l'usage de produit CMR et la réentrée.

¹⁴ Les MAEt sont des mesures agroenvironnementales territorialisées. Certaines concernent l'utilisation des produits phytopharmaceutiques et engagent les agriculteurs à diminuer leur utilisation de PPP sur des parcelles contractualisées, fixant des objectifs de réduction variables (de 30 à 50 %). L'utilisation des PPP et les réductions mises en œuvre sont calculées au travers de l'indicateur IFT (« indicateur de fréquence de traitements ») qui comptabilise un nombre de doses homologuées de produits phytopharmaceutiques utilisées par ha.

¹⁵ Les enquêtes « pratiques culturales » permettent d'obtenir quelques informations sur les cinq années de culture précédant la culture enquêtée, ce qui permet d'approcher des variables à l'échelle d'une succession de cultures de six ans (les cinq années précédentes + le colza en année n).

Profils et matériel. Si les trois profils se discriminent bien par leur niveau d'intensification, les différences sont en revanche beaucoup plus ténues en matière de types de matériel de pulvérisation utilisé (utilisation plus marquée de pulvérisateurs « portés » chez les économes, et « trainés » chez les deux groupes d'intensifs). Ces différences sont inexistantes en ce qui concerne l'entretien du matériel (plus de la moitié du parc matériel n'est jamais vérifiée en dehors du cadre réglementaire et un tiers subit une vérification seulement, et ce pour les trois profils) et pour ce qui concerne l'existence d'équipements de protection (type de cabine et équipement de l'utilisateur).

Profils et intensité des traitements chimiques et mécaniques. L'exposition, approchée au travers des trois proxys retenus, est très différente selon les profils et montre un gradient d'intensité du profil des « économes » au profil des « intensifs non laboureurs ». Ainsi, le nombre de produits phytopharmaceutiques total utilisé par parcelle (pour cette campagne) est en moyenne de **3,9 IC** [3,7 ; 4,1] chez les « économes », de **7,4 IC** [7,2 ; 7,6] chez les « intensifs laboureurs » et de **9,2 IC** [8,9 ; 9,5] chez les « intensifs non laboureurs ». Dans le même ordre d'idées, le nombre de substances actives différentes utilisées varie du simple au double avec respectivement les valeurs moyennes suivantes : « économes » : **5,6 IC** [5,3 ; 5,9] ; « intensifs laboureurs » : **9,7 IC** [9,5 ; 9,9] ; « intensifs non laboureurs » : **11,7 IC** [11,3 ; 12,1]. Il est par ailleurs notable de constater que le profil des « intensifs non laboureurs » est le plus intensif en herbicides des trois profils, révélant une substitution du labour par le chimique pour la gestion des adventices.

Profils et usage de produits CMR. L'appariement à une base de données de la classification CMR des substances actives (selon la directive 67/548/CEE) permet, au-delà de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, d'identifier l'intensité d'utilisation de substances de type « perturbateurs endocriniens » ou « cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction ». Le retrait progressif de ce type de substances concoure certainement à une diminution de leur utilisation. Elle reste, au travers des pratiques 2011, encore non négligeable puisque la proportion de substances de ce type est de 11 % en moyenne, et surtout identique dans les trois profils. Elle est donc deux fois plus élevée en intensité d'utilisation chez les « intensifs ».

Profils et réentrée. Les interventions en réentrée existent aussi en grande culture. Sur les données de l'enquête colza, le nombre d'interventions en réentrée dans un délai de sept jours est ainsi de **1,1** en moyenne **chez les « économes »** (IC [1,0 ; 1,2]), de **2,2 chez les « intensifs laboureurs »** (IC [2,1 ; 2,3]) et de **2,9 chez les « intensifs non laboureurs »** (IC [2,7 ; 3,1]). Ces chiffres traduisent des situations potentielles de réentrée plus importantes chez les intensifs, et trois fois plus importantes chez les « intensifs non laboureurs » que chez les « économes », alors même que la réentrée est très rarement évoquée en grande culture comme une source d'exposition potentielle.

Un travail descriptif plus succinct a été conduit sur la canne à sucre à La Réunion et à la Guadeloupe. Il met en évidence une diversité de pratiques et de recours aux intrants, dont les produits phytopharmaceutiques. Ainsi, La Réunion est-elle associée à des exploitations plus grandes, avec une utilisation plus intensive des produits phytopharmaceutiques qu'en Guadeloupe. Toutefois, dans les deux départements, on observe un recours important à du matériel et des équipements moins protecteurs : l'utilisation de pulvérisateurs à dos est largement développée (79 % des réponses ; n = 174). L'enquête montre également une utilisation relativement limitée des EPI (62 % ; n = 137) et enfin une connaissance faible des délais de réentrée par les enquêtés (les délais de réentrée sont méconnus pour 54 % des parcelles enquêtées ; n = 174).

Ces résultats montrent la potentialité des enquêtes de pratiques culturales à fournir des informations renseignant sur une possible exposition des personnes travaillant dans l'agriculture et identifiant des pratiques culturales plus exposantes. Ils montrent également un lien entre intensité d'usage des produits phytopharmaceutiques et exposition (directe et indirecte) renforçant l'intérêt d'envisager les réductions d'usage comme un levier essentiel de réduction des expositions. La plus-value de cette première démarche exploratoire est d'avoir cherché à approcher les

expositions potentielles des intervenants, aux différents stades d'intervention possibles (l'opérateur pour la préparation et l'application de la bouillie, le travailleur pour la réentrée).

Reste que ces enquêtes, très riches pour caractériser la diversité des pratiques agricoles, présentent des limites dès lors qu'on les utilise à des fins de renseignement des expositions des personnes travaillant dans l'agriculture :

- Aucune information sur l'exposition réelle n'est disponible (contamination de l'air ambiant et/ou niveau d'imprégnation biologique des individus).
- Réalisées sur un échantillon représentatif de parcelles en termes de surface et de rendement, les enquêtes « pratiques culturales » ne permettent pas de garantir la représentativité de la population agricole. En effet, l'unité statistique décrite étant la parcelle, il n'est pas possible de définir la population, au sein de l'exploitation, susceptible d'intervenir sur cette parcelle.
- Les informations apportées sur le matériel agricole et les équipements de protection individuelle sont limitées aux exploitations utilisant leur propre matériel ou du matériel de Cuma (et non du matériel d'entreprise par exemple). De plus, les réponses apportées par le chef d'exploitation portent sur un comportement moyen pour une parcelle donnée. On peut donc supposer que ces informations ne sont pas complètement représentatives des situations réelles de travail et d'exposition des « opérateurs » (effectuant les traitements) ou « travailleurs » (effectuant les tâches de réentrée) au sens de la réglementation. Elles ne permettent pas non plus de faire des hypothèses sur une réduction possible des expositions compte tenu du matériel utilisé. Enfin, le questionnaire sur le type de matériel n'est absolument pas adapté à des pratiques de pulvérisation à dos, qui sont pourtant potentiellement beaucoup plus exposantes que du matériel tracté.

■ Combinaison d'expositions

Si les démarches d'homologation mettent au cœur de leur raisonnement les situations de « mono-exposition » (une personne/un produit), en revanche, toutes les données sur les pratiques et les situations réelles de production font ressortir la nécessité de tenir compte de la combinaison des situations d'expositions potentielles. Ces combinaisons s'observent i) pour une même culture, ii) au sein d'une exploitation où coexistent plusieurs productions, iii) lorsqu'une même personne est active sur plusieurs exploitations agricoles simultanément ou successivement dans l'année.

Pour une même culture

Pour le colza, par exemple, on observe (Figure 2) que dans deux régions (Champagne-Ardenne, Lorraine) les pratiques intensives/réduction du labour correspondent en moyenne à l'utilisation de plus de 10 produits différents pour une même parcelle, pour une même campagne. Compte tenu de la taille réduite des collectifs de travail et des formes d'organisation du travail sur les exploitations, il est certain que dans de nombreux cas ce sont les mêmes personnes qui manipulent ces différents produits.

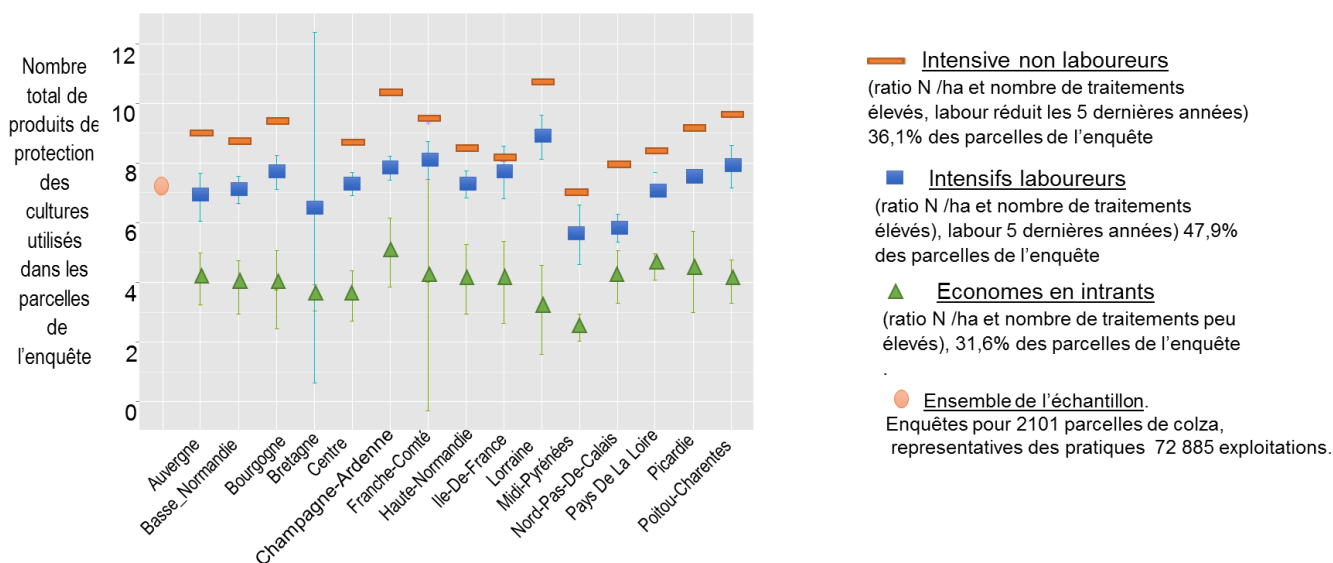


Figure 2 : Nombre de produits phytopharmaceutiques utilisés dans une parcelle de colza (Source : Enquête pratiques culturales colza, 2011, traitement spécial Anses (Laurent *et al.*, 2014b))

Pour une même exploitation

Les enquêtes « pratiques culturales » décrivent les pratiques pour une parcelle, pour une culture donnée, dans une exploitation. Elles ne permettent pas d'apprécier la totalité des expositions potentielles des personnes travaillant sur les exploitations (travailleurs et/ou opérateurs) car il est fort probable qu'une personne travaillant sur l'exploitation est amenée à intervenir sur plusieurs, voire l'ensemble des parcelles d'une exploitation, dont certaines peuvent être occupées par une autre culture que celle qui est objet d'enquête. Elle peut également être conduite à avoir des activités d'élevage, etc. C'est ce qui apparaît dans le Tableau 10.

Une représentation très schématique de la diversité des productions qui coexistent au sein d'une exploitation a été construite en agrégeant en 73 postes l'ensemble des activités des exploitations telles qu'elles sont recensées dans le Recensement de l'agriculture (*cf.* volume 5, section 3.6.1). Cette représentation sous-estime cette diversité puisque par exemple tous les types de légumes ont été agrégés et que les activités de diversification (travail du bois, transformation de produits alimentaires...) n'ont pas été considérées. Pour s'en tenir à l'exemple du colza, on observe cependant que plus des deux tiers des exploitations ayant une parcelle de colza sont de grande dimension et ont le plus souvent (médiane) plusieurs productions (8 à 10).

Tableau 10 : Diversité des productions au sein des exploitations

	Dimension économique (produit standard, euros)	Toutes exploitations agricoles (EA)		Exploitations avec colza		Exploitations avec ovins		Exploitations avec arboriculture	
		nb de productions (73 agrégats) médiane	nb EA	nb de productions (73 agrégats) médiane	nb EA	nb de productions (73 agrégats) médiane	nb EA	nb de productions (73 agrégats) médiane	nb EA
Petites	[0-8000[	2	114 767	2	1083	3	19 329	2	10 720
	[8000-25000[	4	80 404	4	2642	6	9 410	3	10 900
Moyennes	[25000-100000[	6	156 613	6	19 876	8	18 149	4	15 452
Grandes	[100000-250000 [	8	114 349	8	33 767	10	7 906	5	8 990
	>ou = 250000	6	48 609	10	15 517	11	1 826	4	4 222
	Toutes EA	5	514 742	7	72 885	6	56 620	3	50 284

(Source : Recensement de l'agriculture, 2010, traitement spécial INRA/Anses (Laurent *et al.*, 2014b))

Pour une même personne

Une même personne peut donc combiner plusieurs activités source d'exposition potentielle dans une même exploitation, mais aussi lorsqu'elle travaille dans plusieurs exploitations, comme c'est le cas de membres de la main-d'œuvre familiale ayant une activité de salarié agricole de complément sur une autre exploitation (42 000 personnes, RA 2010, Disar 02_RA_004P), de salariés de groupements d'employeurs, de salariés en contrat à durée déterminée ayant plusieurs employeurs dans l'année ou encore de salariés de prestataires de service intervenant dans différentes exploitations. Par exemple, les entretiens réalisés en élevage ovin rapportent qu'une même personne peut être salariée par des éleveurs pour mener un troupeau d'ovins en estive l'été (et assurer les traitements correspondants), et salariée par des exploitants viticoles pour contribuer à l'entretien des vignes le reste de l'année et donner des coups de main pour diverses tâches au fil de l'année (entretien de bâtiments).

Ces dernières situations, qui concernent des dizaines de milliers de personnes, ne peuvent être quantifiées à partir des statistiques agricoles disponibles. Elles pourraient être éventuellement approchées à l'aide de traitements *ad hoc* des données administratives de la MSA. Elles concernent un nombre significatif de personnes.

■ Conclusions sur les principaux enseignements tirés de l'analyse des données statistiques existantes

L'analyse des données statistiques existantes a fourni des éléments de cadrage essentiels, même s'ils restent incomplets, pour documenter la diversité des types de populations agricoles dans les différents types de systèmes de production. L'analyse complémentaire des pratiques culturales permet d'identifier différents profils d'intensification, associés à des situations potentielles d'exposition qui peuvent être préoccupantes. En outre, ces données révèlent des choix techniques induisant un usage accru des produits phytopharmaceutiques (exemple de la substitution du labour [assurant un traitement mécanique des adventices] par le traitement chimique).

En revanche, ni les enquêtes sur les pratiques culturales, ni le recensement de l'agriculture ne permettent d'associer de façon certaine une personne à une tâche productive. Dans les enquêtes « pratiques culturales », les pratiques ne sont pas associées à une personne mais à une parcelle. Elles permettent toutefois d'être reliées à des collectifs de travail dont la dimension (souvent petite, moins de deux personnes) et les caractéristiques (présence ou non de salariés) peuvent être précisées en appariant les données de ces enquêtes à celles du recensement de l'agriculture.

Il est donc regrettable que les difficultés et les coûts pour accéder à ces données statistiques (RA, enquêtes pratiques culturales) découragent de les utiliser et concourent à leur sous-valorisation. À

cela s'ajoute la quasi-inexistence des données disponibles sous forme de base en libre accès sur les caractéristiques (composition chimique, classement tox/écotox...) des produits phytopharmaceutiques utilisés dans les enquêtes pratiques culturales. Ces informations paraissent finalement peu utilisées par les services de l'État eux-mêmes pour éclairer les choix techniques soutenus par les politiques publiques (diagnostic produits CMR utilisés, encouragement au non labour, etc.).

Il paraît donc nécessaire et urgent :

- de faciliter l'accès et l'utilisation des données recueillies par la statistique publique, pour les chercheurs, pour les différents acteurs concernés par les choix technologiques en agriculture (agences, associations de victimes...) mais aussi pour le public ;
- d'étudier, avec le SSP, la possibilité d'adapter ses dispositifs d'enquête ou d'utiliser d'autres outils pour renseigner les expositions des personnes travaillant dans l'agriculture.

3.6 Informations provenant d'auditions d'acteurs éclairés

Le GT a procédé à plusieurs auditions dont le but premier était de recueillir des informations sur les expositions professionnelles en agriculture, et notamment de bénéficier de l'expertise des personnes auditionnées pour identifier d'éventuelles études de terrain incluant des données d'exposition. A cette fin des auditions, dont la liste complète et le calendrier sont consultables dans la liste des intervenants au début de ce rapport, ont été conduites auprès d'un ensemble de représentants d'organisations susceptibles de détenir de telles informations¹⁶ (CCMSA, Ecophyto, ministère de l'Agriculture, Phyto-victimes, UIPP). En outre, des auditions plus spécifiques ont été conduites pour étayer l'analyse autour des deux études de cas retenues par le GT, la réentrée en arboriculture et l'usage d'antiparasitaires en élevage ovin. L'ensemble de ces auditions a été très utile au GT pour mieux saisir les difficultés rencontrées sur le terrain pour aborder la question des expositions professionnelles aux pesticides et pour faire le bilan des ressources disponibles sur ces thèmes hors littérature scientifique. Certaines informations ainsi recueillies sont présentées dans cette section, mais ces auditions ont aussi permis d'étayer l'analyse d'autres parties du rapport.

3.6.1 Opinions sur les expositions professionnelles dans l'ensemble de l'agriculture

Ces auditions ont mis en évidence la permanence de grands points de controverse dans les débats sur les expositions professionnelles aux pesticides en agriculture, notamment sur :

- le rôle qui doit être attribué aux équipements de protection individuelle dans les mesures de prévention (rôle central *versus* dernier recours),
- le bien-fondé d'une diffusion de l'information sur les risques de santé associés aux expositions aux pesticides (regret que trop de propos alarmants circulent *versus* dénonciations du manque d'informations et de l'entretien de faux sentiments de sécurité),
- l'« applicabilité » des prescriptions de protection (les agriculteurs doivent avoir de bonnes pratiques, consulter les étiquettes dont la lisibilité s'est grandement améliorée, mettre les EPI appropriés *versus* les documents (étiquettes, FDS, RCP) sont souvent obscurs, les prescriptions sont irréalistes et très difficiles à appliquer en pratique),

¹⁶ Deux documents contenant des données d'exposition ont été recueillis à l'occasion de ces auditions et ont été réintégrés dans l'analyse du GT (fournis par l'UIPP).

- la délivrance de conseil par des personnes appartenant à des entreprises ayant un intérêt à l'usage de pesticides (la priorité est de tous travailler ensemble *versus* il ne doit pas y avoir de conseil « lié »).

Concernant la mesure des expositions proprement dites, ces auditions font ressortir un consensus général sur le fait qu'il y a des expositions professionnelles aux pesticides dans l'agriculture. Cependant pour certaines personnes auditionnées, la disponibilité des informations permettrait d'évaluer les risques de façon satisfaisante, pour d'autres il importe de créer des données.

Les informations rapportées sur les circonstances des expositions, fondées sur des observations de situations particulières, confirment l'observation sur le terrain de situations exposantes plus qu'elles n'en révèlent de nouvelles (contacts avec des cultures traitées lors de réentrée dans les parcelles, difficultés de porter des EPI, manipulation d'EPI souillés sans précaution, etc.).

Si la plupart des personnes auditionnées proposent des représentations des comportements des agriculteurs, de leurs familles, des salariés et de l'évolution de la perception des risques, ces auditions n'ont pour autant pas permis d'identifier d'études confirmant ces hypothèses (efficacité plus grande des mesures de prévention reçues par les femmes, aversion au risque plus élevée chez les « jeunes » agriculteurs, etc.). De façon générale, ces auditions ont également fait ressortir la fragmentation des sources d'information et le manque de référentiel partagé y compris entre acteurs ayant des points de vue proches, et les difficultés rencontrées sur le terrain pour concevoir et conduire des actions de prévention. Cela s'explique en partie par le manque de dispositifs indépendants en charge de mutualiser les connaissances existantes sur les expositions et de réaliser des évaluations rigoureuses des actions conduites par les différentes parties prenantes, dont les résultats pourraient être rendus publics. Il faut ainsi noter qu'alors qu'une partie des organisations auditionnées est directement concernée par les missions de prévention destinées à réduire les expositions aux pesticides *via* le conseil prévention (CCMSA), le conseil agricole et l'application de la directive européenne 2009/128/CE (ministère chargé de l'agriculture, industriels), la vente de produits vétérinaires (FNGDS, Farago...), aucune évaluation systématique de l'efficacité des interventions dans ce domaine (qui aurait pu faire l'objet d'un rapport, et *a fortiori* d'un rapport public permettant d'établir un diagnostic partagé de la situation) n'a été identifiée.

Ces auditions ont également confirmé le cloisonnement des mondes professionnels et des domaines de préoccupation. Les personnes travaillant sur les produits phytopharmaceutiques portent peu d'attention aux biocides et aux médicaments vétérinaires, et *vice versa*. Les questions relatives aux techniques alternatives permettant de réduire les usages de pesticides sont peu abordées.

Les entretiens et auditions plus spécifiques qui ont été conduits dans le cadre de l'étude de cas arboriculture et de l'étude de cas ovins corroborent ces constats.

3.6.2 Opinions spécifiques à la réentrée en arboriculture

Les opinions recueillies sur la réentrée en arboriculture proviennent de deux personnes, en l'occurrence Mme Franziska Zavagli du CTIFL et Mme Rianda Gerritsen du TNO (Pays-Bas). Cette dernière a été initialement invitée à une audition car, travaillant dans une équipe susceptible d'avoir des données d'exposition sur la réentrée en arboriculture, elle a déclaré que son équipe n'avait plus les moyens de faire des mesures de terrain.

L'exposition aux pesticides lors de la réentrée peut intervenir à l'occasion de l'exécution de diverses tâches. Le niveau d'exposition est jugé proportionnel à l'intensité du contact avec le végétal, qui dépend non seulement de la tâche exécutée mais aussi du développement végétatif des arbres, et notamment du feuillage. Le CTIFL a ainsi conduit en interne une réflexion sur ce thème qui débouche sur l'appréciation suivante en termes d'intensité de contact :

Tableau 11 : Estimation de l'intensité des contacts avec le végétal en production de pommes

Intensité du contact avec le végétal	Tâches
Limité	<ul style="list-style-type: none"> - Taille d'hiver : les travailleurs sont bien couverts et portent des gants contre les coupures. Il n'y a pas de contact direct avec le bois. - Suivi de l'irrigation ou relevés de pièges et observations : temps d'exposition très court mais pas de port de protection.
Partiel	<ul style="list-style-type: none"> - Pose de filets paragrêles : pas de port d'équipement. - Pose de diffuseurs de phéromones : se fait à partir d'une plateforme. Le port de gants est recommandé (odeur forte des produits).
Direct	<ul style="list-style-type: none"> - Éclaircissage manuel en été. - Taille en vert. - Palissage (conduite d'une plante sur une structure en y attachant ses tiges et ses branches à l'aide de liens). - Récolte.

Selon Mme Zavagli, ces informations sur l'intensité de contact sont à mettre en regard de celles sur la taille de la population concernée lors des différentes tâches. La phase de travail la plus consommatrice en main-d'œuvre est celle de l'éclaircissage manuel qui vise à obtenir pour chaque arbre une charge idéale pour le rendement et le calibre des fruits souhaités.

Pour les tâches d'éclaircissage, la population employée est généralement une main-d'œuvre locale régulière et stable. Pour les récoltes, il s'agit de main-d'œuvre extérieure (parfois étrangère) et occasionnelle.

3.6.3 Opinions spécifiques à l'élevage ovin

Compte tenu des difficultés rencontrées pour identifier des publications scientifiques sur les expositions professionnelles aux pesticides en France dans l'élevage, le GT a procédé à plusieurs auditions d'experts sur ce thème. Outre les représentants de la FNGDS et de Farago déjà mentionnés, ont ainsi été auditionnés : M. Pierre Autef (président de la commission ovine de la Société nationale groupements techniques vétérinaires), M. Christian Mage (consultant ayant longuement travaillé à l'Institut de l'élevage) et M. Huw Rees (Honorary senior clinical lecturer in occupational medicine au School of Medicine, Cardiff University). La réflexion du GT s'est en outre appuyée sur les travaux réalisés dans le cadre des conventions de recherche qui ont accompagné ces travaux. Ces études ont elles-mêmes permis de recueillir les avis de divers membres de la profession, d'une part lors d'une étude ergonomique des chantiers de traitements antiparasitaires à laquelle ont participé deux éleveurs et un technicien de GDS, d'autre part par une série d'entretiens conduits auprès de 22 personnes (face à face et téléphone) ayant une expertise sur les pratiques d'élevage et de traitement en production ovine (cinq chercheurs, deux enseignants de formation professionnelle agricole [élevage ovin], six docteurs vétérinaires, sept personnes encadrant ou en charge de l'exécution d'interventions sanitaires, deux personnes travaillant pour des entreprises privées effectuant des opérations de désinsectisation et désinfection en élevage). Les rapports détaillés de ces deux études sont inclus dans le volume 3.

3.6.3.1 L'appréciation portée sur les expositions aux pesticides

Les informations recueillies lors des entretiens ont parfois été contradictoires (sur le type de produits utilisés, l'organisation des dispositifs de traitements, les responsabilités en matière de

prévention), attestant de la fragmentation des savoirs sur cette question. Les dires d'expert, confirmés par des informations obtenues directement auprès de fournisseurs de produits (vétérinaires de coopératives d'approvisionnement, vétérinaires libéraux), font ressortir que les traitements par antiparasitaires externes sont toujours d'actualité, en particulier pour les troupeaux partant en estive. Ils persistent pour diverses raisons, en dépit des traitements par injection d'endectocides. Dans les entretiens de terrain, les personnes rencontrées ont déclaré utiliser ou prescrire des produits à base de formamidine (amitraz), d'organophosphorés (diazinon, phoxim) et de pyréthrinoides (deltaméthrine). Dans les auditions ont également été mentionnés le propéctamphos et le fenvalérate.

Les auditions et entretiens n'ont pas permis de recueillir de données quantitatives sur les expositions mais, au fil des entretiens de terrain, les personnes rencontrées ont décrit de nombreuses pratiques de traitement potentiellement exposantes pour les personnes réalisant directement les traitements mais également pour les personnes à proximité, participant à leur réalisation.

Diverses formes d'administration des traitements coexistent (bains, pulvérisations), avec différents types de matériels (par exemple baignoires fixes ou mobiles), associées à diverses formes d'organisation collective (par exemple chantiers collectifs dans le cadre de règlements d'estive), ou décidées individuellement et organisées seulement avec de la main-d'œuvre familiale ou avec l'aide d'un technicien, ou pris en charge par un prestataire de service... Ces différents aspects sont détaillés dans le volume 3.

D'après les témoignages des vétérinaires et techniciens rencontrés, un chantier de baignade peut mobiliser beaucoup de personnes, dont souvent des membres de la famille (conjoint, enfants) et des voisins, exposant ainsi toutes ces personnes (principalement par éclaboussures). Les personnes sont rarement équipées pour se protéger (pas de vêtements de protection, voire pas de gants). Dans certains cas, la tâche de balnéation est confiée à un technicien extérieur, mieux formé à la pratique mais exposé de manière plus répétée sur plusieurs exploitations au cours d'une même saison.

L'étude ergonomique a analysé les chantiers de balnéation dans deux troupeaux ovins allaitants de la région Centre (bain avec du diazinon, douche haute pression avec du phoxim, pulvérisations à la lance avec du diazinon, *pour on* avec du dicyclanil). Les tâches et les situations de travail particulièrement exposantes lors de ces traitements ont été recherchées en ayant recours, entre autres, à une visualisation par la fluorescéine. Les résultats révèlent l'existence de situations d'exposition au cours des chantiers de traitements antiparasitaires externes, mais aussi lors d'autres opérations (notamment manipulation des animaux plusieurs semaines après le traitement).

Lors des entretiens de terrain les personnes rencontrées mentionnent de nombreux éléments qui apparaissent comme des facteurs de risque, liés à l'utilisation de médicaments antiparasitaires mais aussi de biocides. Ces derniers produits sont en effet utilisés en de nombreuses occasions dans les élevages ovins et les situations potentiellement exposantes apparaissent nombreuses : notamment les manipulations associées aux pédiluves, les traitements des bâtiments, les traitements des litières, la manipulation et le stockage des produits non utilisés mais aussi la manipulation des déchets (emballages de produits, vidanges de baignoires, de pédiluves...), les contacts avec les zones d'épandage de ces produits, les traitements des véhicules transportant les animaux qui doivent être nettoyés à chaque voyage. Les risques associés à ces utilisations de biocides paraissent très peu pris en compte.

Les entretiens ont également fait ressortir la persistance de l'usage de formaldéhyde en élevage pour différentes indications (pédiluves, désinfection des bâtiments) alors qu'il s'agit d'un produit dont la dangerosité est avérée et reconnue.

3.6.3.2 La perception des risques liés aux expositions aux pesticides et les réactions afférentes

À l'exception notable de M. Huw Rees et des techniciens agricoles directement impliqués dans les traitements, les personnes rencontrées ont reconnu s'être peu préoccupées jusque-là de la question des expositions associées à l'usage des antiparasitaires externes en élevage. Ce constat concerne aussi les personnes qui prescrivent et/ou conseillent les interventions, ou par celles qui délivrent les produits (y compris les vétérinaires). Ce peu d'attention aux expositions et aux risques encourus concerne aussi les expositions aux biocides. Un technicien estime aussi que le fait que les produits biocides ne fassent l'objet d'aucune prescription et soient en vente libre est interprété comme un signe de leur relative innocuité par nombre d'éleveurs.

Les utilisateurs de pesticides sont censés être informés sur la dangerosité des produits par différents biais. Mais, dans la pratique, la situation paraît plus problématique. Le choix et l'approvisionnement des EPI ne sont pas facilités pour les utilisateurs :

- Les étiquettes, les fiches de données de sécurité (FDS) et les résumés des caractéristiques des produits (RCP) sont à cet effet des supports regroupant des informations importantes. Les entretiens de terrain montrent toutefois que FDS et RCP ne sont pas systématiquement mis à disposition des utilisateurs, qui doivent les demander expressément aux distributeurs.
- En outre, leur opérationnalité pour des opérateurs de terrain est discutable. Par exemple le RCP du Dimpygal (diazinon) utilisé pour la baignation préconise de « porter un vêtement de protection et des gants appropriés ». Cet équipement n'est pas mis à disposition par le distributeur. Un vétérinaire prescrivant et délivrant ce produit reconnaît qu'il n'a pas d'idée précise de ce que signifie dans ce cas « approprié » et, en réponse à nos questions, dit qu'il pense que les éleveurs doivent sûrement acheter des combinaisons de protection dans un magasin de bricolage.
- Un technicien nous a également signalé que, pour les biocides, la fourniture de la FDS est parfois remplacée par celle d'une « fiche technique » qui peut s'accompagner d'informations trompeuses. Un exemple nous est proposé de ce type de pratique avec un biocide fréquemment utilisé en élevage à base de formaldéhyde (120 g/L), ammonium quaternaire et glutaral, pour lequel la FDS recommande un usage avec combinaison de protection chimique, masque et lunettes, mais dont la fiche technique est illustrée de la photo d'un jeune femme tête et mains nues, sans lunettes, dans un treillis en coton, qui pulvérise le produit à l'intérieur d'un bâtiment.

Les auditions et entretiens dans le cadre de l'étude de cas ovins ont également fait ressortir que :

- les missions (conseil, prescription, contrôle réglementaire, activité commerciale, exécution d'un service sanitaire, etc.) remplies par les acteurs du champ professionnel peuvent être très intriquées et plusieurs d'entre elles peuvent être remplies par le même acteur sans que la question des conflits d'intérêts qui en résultent ne soit toujours clairement posée au niveau institutionnel. Pourtant plusieurs personnes mentionnent explicitement les contradictions entre objectifs commerciaux et objectifs de prévention des risques chez les utilisateurs. Ainsi un vétérinaire dit explicitement qu'il lui est impossible d'insister sur la dangerosité des produits pour les utilisateurs car la vente de ceux-ci représente une part substantielle de son chiffre d'affaire (environ 40 % pour le cas concernés). Dans le même ordre d'idée, un technicien insiste sur l'idée que le conseil proposant des alternatives à l'usage des pesticides (par exemples mini-guêpes pour lutter contre les mouches dans et autour des bergeries) ne peut pas venir de la part de conseillers salariés par des entreprises vendant des produits concurrents ;
- les responsabilités des différents intervenants en matière de prévention des risques liés à l'usage de pesticides sont peu claires. Le dispositif institutionnel dans lequel s'inscrivent les traitements antiparasitaires est extrêmement variable selon les départements. Les entretiens n'ont pas permis d'identifier de dispositif de prévention et/ou d'information ayant un programme d'intervention pérenne et structuré sur ce thème (MSA, GDS ou autre). Il

faut également noter qu'une grande proportion de ces exploitations n'emploie pas de salariés et n'entre pas dans le champ du code du travail, et que les entretiens avec les responsables de GDS départementaux ont montré que, dans certains départements, les exploitations de petite dimension sont écartées des actions des organisations professionnelles alors même qu'il s'agit d'exploitations à vocation commerciale (volume 3)¹⁷.

Il faut souligner que l'ensemble des auditions incite à la prudence quant à la qualité des informations que l'on peut obtenir à partir d'informateurs privilégiés. La plupart des personnes auditionnées et ayant fait l'objet d'entretiens estime avoir peu de données sur les expositions réelles et ne pouvoir en dire que des choses approximatives. Ainsi l'étude de cas ovin a montré l'impossibilité de construire une vision complète de la situation à partir d'un ou quelques acteurs/témoins/experts privilégiés. Après avoir auditionnés cinq experts et fait des enquêtes auprès d'une vingtaine de personnes, il n'est toujours pas possible, tant les situations varient localement, d'avoir une vision claire des pratiques de traitements antiparasitaires en élevage ovin, des acteurs pratiquant les traitements, de l'ensemble des situations potentielles d'expositions et des acteurs pouvant intervenir pour construire des stratégies et des outils de prévention.

Les informations recueillies lors des auditions sur les traitements antiparasitaires en élevage ovin invitent donc à documenter de façon rigoureuse la question des pesticides et à élargir la problématique des expositions professionnelles aux pesticides à l'ensemble des activités d'élevage, même si cette préoccupation est relativement absente pour l'instant.

¹⁷ 49 % sont donc des exploitations ayant une activité commerciale et qui pourtant ne semblent pas ou peu prises en charge par les structures professionnelles.

4 Informations disponibles sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture pour d'autres productions agricoles et dans les situations étrangères, question de l'extrapolation

Les présents travaux d'expertise collective avaient pour objet d'évaluer les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture en France. C'est pourquoi les données générées sur le territoire français ont été considérées comme documentant le mieux cette question et ont été recherchées en priorité. La question de l'extrapolation de données étrangères au contexte français s'est alors posée. En effet, certaines approches, notamment celle adoptée dans le cadre de l'homologation, prennent souvent en compte des données étrangères pour estimer les expositions des personnes travaillant dans l'agriculture en France. De même, la littérature épidémiologique sur les effets sanitaires des pesticides ne fait pas de distinction sur la base du pays d'origine des données lors de l'évaluation de la pertinence des données d'exposition considérées pour l'estimation des risques.

Compte tenu de la rareté des données françaises dans la littérature scientifique, il a donc été décidé de voir dans quelle mesure des données sur des situations étrangères pourraient permettre de documenter des cultures et des élevages pour lesquelles aucune donnée n'existe sur le territoire. Ainsi, une première exploration de ce corpus de littérature a été conduite, pour déjà, dans un premier temps, évaluer le nombre de références qui seraient à analyser et seraient susceptibles d'apporter des éléments complémentaires pour le contexte français.

Cependant, cette question de l'extrapolation se pose différemment selon les objets traités par chaque discipline. Ainsi, pour la littérature métrologique, celle-ci est apparue envisageable pour les valeurs d'exposition elles-mêmes, tout au moins pour certains déterminants qui auraient pu être mis en évidence dans d'autres pays. En revanche, dans le domaine des sciences humaines et sociales, il semble beaucoup plus hasardeux de transposer aux situations d'exposition françaises les résultats des études menées à l'étranger, dans des contextes culturels, sociaux, économiques parfois très éloignés.

Dans un tel contexte, la démarche a été menée en trois temps.

- Dans une première approche globale, les requêtes générales utilisées pour la recherche de littérature en France dans les différentes bases bibliographiques ont été étendues au contexte international en retirant le mot clé « France ». Cet exercice a permis d'apprécier le volume total de littérature qu'il serait nécessaire d'explorer pour identifier des études pertinentes, et de les caractériser sur une base géographique et temporelle et, dans une certaine mesure, en fonction des disciplines.
- Pour les seules données épidémiologiques et métrologiques, pour lesquelles l'extrapolation semblait moins hasardeuse à l'issue des requêtes étendues à la littérature internationale, une sélection d'études pertinentes a été réalisée à la lecture des seuls résumés. Ceci permettait d'une part de quantifier plus précisément le volume de littérature à analyser et d'autre part, d'extraire certaines informations ciblées permettant de caractériser ces études et d'en faire une description sommaire.
- Enfin, pour les deux études de cas, il a été décidé de compléter la revue de littérature internationale. Ainsi, après leur sélection, les articles ont été analysés en détail et synthétisés (voir volumes 3 et 4).

4.1 Approche bibliométrique générale

Comme il n'était pas possible de sélectionner tous les articles pertinents en raison du grand nombre de références identifiées, l'approche bibliométrique générale a consisté à apprécier le volume des publications scientifiques disponibles au niveau international et ce, à travers un dénombrement global, simplement indicatif d'un ordre de grandeur.

4.1.1 Méthode

Dans un premier temps, et suite à l'exécution de requêtes dans les bases de données bibliographiques Pubmed et Scopus (extension des requêtes utilisées pour la littérature française), les nombres bruts de références, c'est-à-dire sans aucune sélection ni analyse ont été décrits. Pour les études épidémiologiques, métrologiques et ergonomiques, les bases de données Pubmed et Scopus ont été interrogées. Le principe a consisté à comparer le nombre de résultats de requêtes avec ou sans le concept « France ».

4.1.2 Résultats

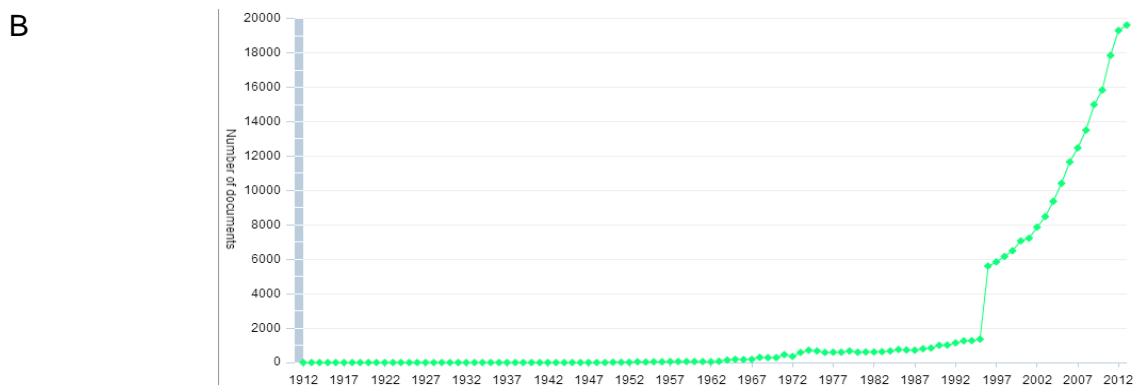
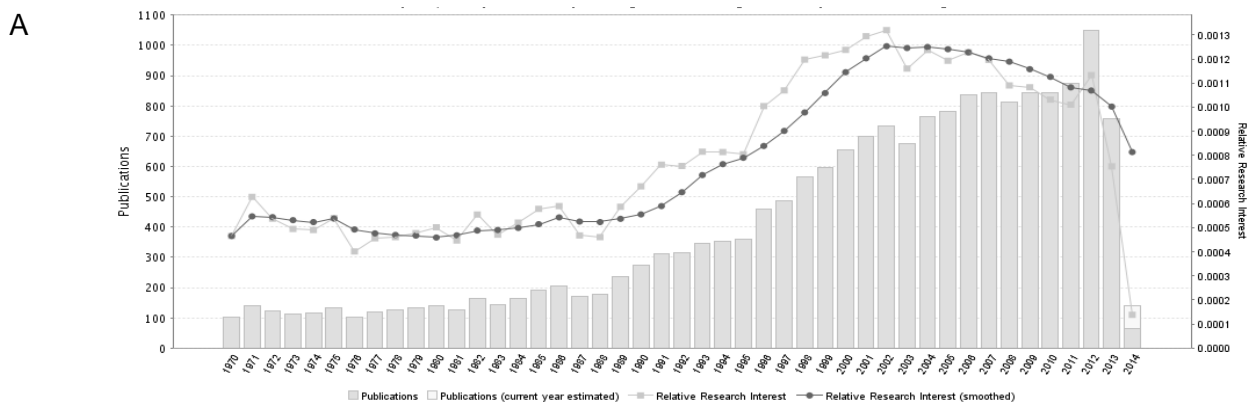
Le nombre de références résultant de l'exécution des requêtes est rapporté dans le Tableau 12.

Tableau 12 : Résultats de l'approche bibliométrique

(requêtes exécutées le 09/05/2014)

	Origine des données	
	International	France
Type d'études	Pubmed	
Études métrologiques	18 615	261, soit 1 %
Études épidémiologiques	11 209	252, soit 2 %
	Scopus	
Études métrologiques	227 704	31 574, soit 14 %
Études ergonomiques	869	166, soit 19 %

Les outils de projections d'informations disponibles dans GoPubmed et Scopus ont également été utilisés pour compléter la description des données.



C

Top Countries	Publications
United States	4,390
United Kingdom	864
France	533
India	532
Germany	518
Italy	518
China	474
Canada	457
Spain	366
Brazil	357
Netherlands	337
Japan	297
Australia	270
Denmark	213
Thailand	191

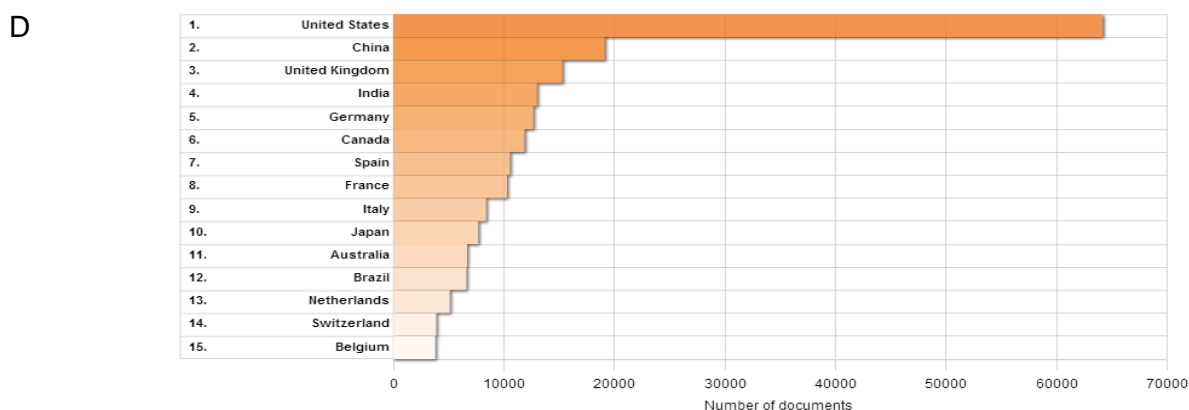


Figure 3 : Résultats de la requête « Pesticides ET Exposition »

A : Évolution temporelle du nombre de publications annuelles (Pubmed)

B : Évolution temporelle du nombre de publications annuelles (Scopus)

C : Répartition par pays du nombre de publications (Pubmed)

D : Répartition par pays du nombre de publications (Scopus)

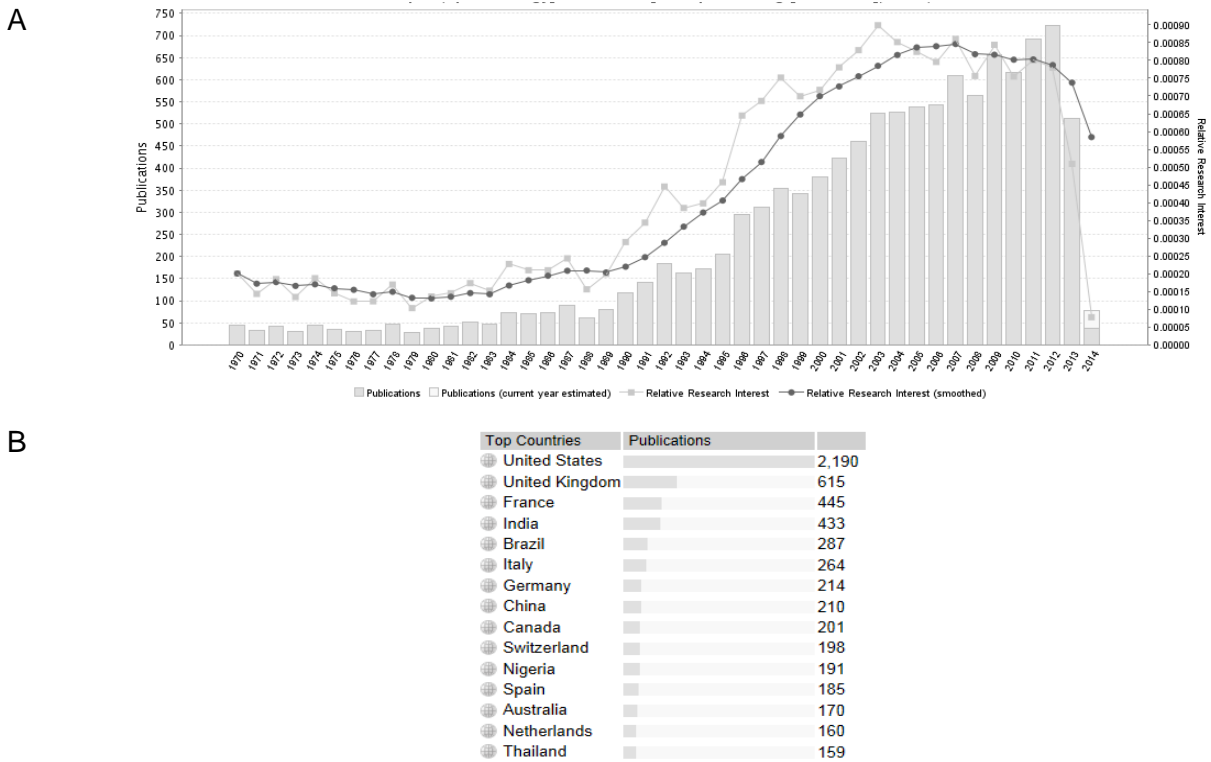


Figure 4 : Résultats de la requête « Pesticides ET Epidémiologie »

A : Évolution temporelle du nombre de publications (Pubmed)

B : Répartition par pays du nombre de publications (Pubmed)

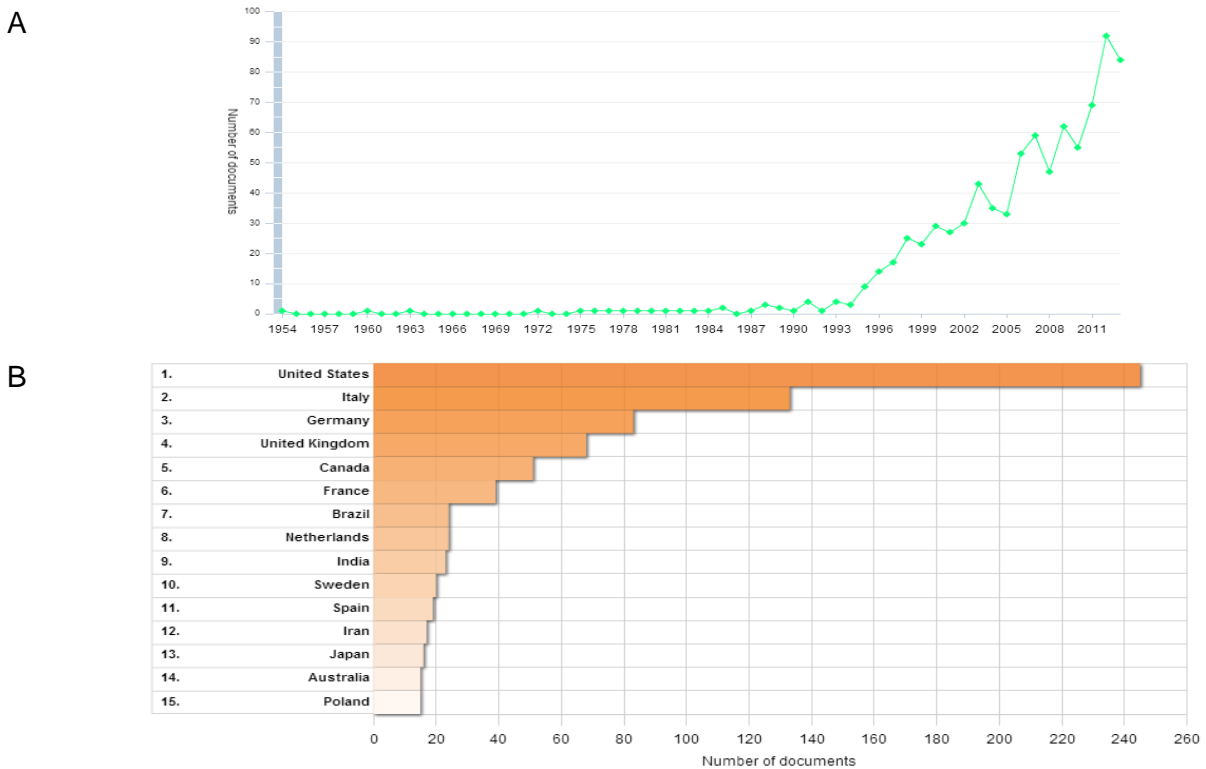


Figure 5 : Résultats de la requête « Pesticides ET Ergonomie »

A : Évolution temporelle du nombre de publications (Scopus)

B : Répartition par pays du nombre de publications (Scopus)

4.1.3 Discussions

En termes de production de publications, la France est généralement bien positionnée mais se situe cependant loin derrière les États-Unis. Parmi les pays européens, les résultats de la France sont comparables à ceux du Royaume-Uni, de l'Italie, de l'Allemagne, de l'Espagne et des Pays-Bas.

Pubmed et Scopus révèlent des tendances contradictoires sur l'évolution temporelle des publications en métrologie. Alors que, d'après Pubmed, le nombre de publications stagne voire diminue depuis le début des années 2000, il poursuit son augmentation si on s'en réfère à Scopus. Mais comme les corpus de base constituant Pubmed et Scopus sont assez différents et avec des artefacts comme par exemple l'intégration de nouvelles revues à partir d'une année, il est peu aisé de comparer les évolutions entre Pubmed et Scopus.

Ces observations ne sauraient être définitives car elles s'appuient sur une approche bibliométrique partielle. Il convient ainsi de garder à l'esprit qu'il ne s'agit que de résultats bruts des requêtes, sans aucun travail de sélection, ni aucune analyse de la pertinence des publications. De plus, bien que les résultats soient valables pour les publications en métrologie et en épidémiologie, ils sont plutôt discutables pour l'ergonomie pour laquelle la littérature est moins bien référencée dans Scopus. Par ailleurs, dans le cas des SHS, d'autres types de bases de données plus dispersées sont généralement utilisées.

Ce qui ressort surtout est le volume considérable de publications qui apparaît à l'aide de ces requêtes (227 000 pour la seule métrologie sur Scopus). Bien qu'il faille considérer le nombre absolu de références avec prudence, ce volume de publications à analyser pour une revue de la littérature dépassait les moyens du GT. Pour l'avenir, pour valoriser de façon rigoureuse la littérature existante, il importe de tenir compte de cette situation, pour pouvoir bénéficier d'un travail de revue et de veille bibliographique et en tirer des conséquences organisationnelles (moyens en documentalistes, moyens pour l'analyse, dispositifs de capitalisation, collaborations internationales...).

4.2 Approche exploratoire de la littérature internationale dans le domaine de la métrologie et de l'épidémiologie par analyse de rapports de synthèse et de résumés d'articles

4.2.1 Littérature internationale dans le domaine de l'épidémiologie

La revue de la littérature sur les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture réalisée par le groupe de travail (chapitre 3) s'est restreinte aux études sur la France. Elle n'identifiait pas de données sur l'ensemble des pathologies étudiées en relation avec l'exposition professionnelle aux pesticides (ex : troubles de la reproduction, certains cancers, troubles du métabolisme...), ni l'ensemble des i) populations à risque (migrants par exemple), ii) situations de travail (réentrée dans certains secteurs comme l'arboriculture par exemple) ou encore des iii) secteurs d'activités (élevage) pour lesquels des expositions à différents pesticides sont suspectées. De plus, lorsque les travaux du GT ont débuté, des travaux d'expertise étaient en cours de finalisation dans ce domaine en France (INSERM, 2013) et en Europe (Ntzani *et al.*, 2013) et leurs résultats étaient attendus pour l'année 2013. De ce fait, une revue exhaustive de la littérature internationale ciblant l'ensemble des études épidémiologiques n'était pas prioritaire dans le cadre des activités du présent groupe de travail. Suite à leur publication, il a été choisi de s'appuyer sur des éléments issus de ces deux travaux d'expertise (collective) pour identifier, au travers de la littérature épidémiologique, les principales connaissances générées par ces études en matière d'estimation de l'exposition aux pesticides d'un point de vue international.

4.2.1.1 Expertise collective Inserm « Pesticides et santé » de 2013

Cette expertise collective conduite entre 2011 et mars 2013 par sept épidémiologistes et trois toxicologues visait à analyser l'ensemble de la littérature épidémiologique internationale ayant étudié le lien entre l'exposition aux pesticides et cinq localisations de cancers (maladie de Hodgkin, myélome multiple, prostate, testicule, mélanome malin cutané) ou trois groupes de localisations de cancers de l'adulte (lymphomes malins non hodgkiniens, leucémies, tumeurs cérébrales), les cancers de l'enfant, des maladies neurologiques (maladie de Parkinson, sclérose latérale amyotrophique, maladie d'Alzheimer, troubles cognitifs, troubles anxio-dépressifs) et troubles de la reproduction (fertilité et fécondabilité, grossesse et développement de l'enfant). Les algorithmes de sélection des références, ciblés en fonction des pathologies, ont été élaborés séparément. Un total de 794 articles a été analysé dans le cadre de ce travail. Cette expertise inclut les travaux français identifiés dans le chapitre 3 de ce rapport, à l'exception de ceux qui ont été publiés depuis début 2013, ou qui concernent des questions de santé non ciblées par l'expertise collective (une vingtaine d'autres localisations de cancers [poumons, seins, colon, rectum, ovaires, estomac, vessie, ORL, reins...], l'atrophie multisystématisée, les biomarqueurs d'effets, l'anémie, les maladies respiratoires, les intoxications aiguës...).

Le chapitre 1 de l'expertise collective INSERM présente le cadre méthodologique et les outils de la mesure de l'exposition aux pesticides utilisés dans les études épidémiologiques. Les méthodes disponibles pour définir des niveaux d'exposition et qualifier la nature des substances exposantes y sont décrites de manière détaillée (INSERM, 2013). En résumé, elles peuvent théoriquement s'appuyer sur des approches géographiques, des intitulés d'emplois, des calendriers professionnels plus ou moins complets, des questionnaires auto-administrés ou conduits par des enquêteurs par téléphone ou en face à face, des avis d'experts *a priori* ou *a posteriori*, des matrices emplois/cultures/tâches-expositions, des mesures de contamination externes, des mesures biologiques, etc.

Les types d'études internationales recensées dans cette revue bibliographique ont été revus afin de les mettre en perspective par rapport aux différentes méthodes d'estimation des expositions. Compte-tenu de l'abondance des écrits, certains chapitres de l'expertise collective INSERM ont traité la revue de littérature en considérant des méta-analyses sans restituer les détails des études initiales, en particulier en matière de mesure de l'exposition. C'est notamment le cas pour les diverses hémopathies (lymphomes malins non hodgkiniens, myélomes, leucémies, lymphome de Hodgkin), la maladie de Parkinson et le cancer de la prostate. D'autres chapitres comportaient un nombre important d'études s'intéressant aux expositions environnementales non liées à des situations professionnelles, telles que les études sur la grossesse et le développement de l'enfant ou encore celles sur les cancers de l'enfant. En revanche, pour les mélanomes malins cutanés, les tumeurs cérébrales, la maladie d'Alzheimer, les troubles psychiatriques et les troubles cognitifs, le texte et les tableaux de synthèse du document de l'expertise présentent des informations pour les études individuelles, précisant la manière dont l'exposition a été prise en compte. Nous avons donc relu et extrait de ces chapitres les enseignements concernant la mesure des expositions dans la littérature épidémiologique internationale. Il apparaît assez logiquement que les méthodes mises en œuvre pour mesurer les expositions varient avec le schéma des études.

Ainsi, les **cohortes historiques** réalisées principalement dans les années 1980 et 1990, qu'elles s'appuient sur des données d'incidence ou de mortalité, ne présentaient généralement pas de données individuelles sur les expositions autres que la profession, avec au mieux une information sur la filière de production ou sur la détention d'un permis pour appliquer les pesticides. À noter qu'un certain nombre de ces cohortes ont porté sur des entreprises de production ou de conditionnement de pesticides agricoles. Certaines de ces cohortes permettaient de cibler des familles, éventuellement des substances actives, et présentaient parfois même des résultats de mesures d'ambiance des pesticides ou de prélèvements biologiques chez les ouvriers. En dehors de ces situations particulières, les cohortes historiques ciblaient des secteurs professionnels divers (agriculteurs, mais aussi travailleurs des espaces verts, vétérinaires...), parfois mêlés dans une même étude. Ces cohortes n'étaient pas toujours en mesure de distinguer les utilisateurs réels des

non utilisateurs, et ne disposaient généralement de données ni sur la nature des pesticides et leurs circonstances d'utilisation, ni sur les habitudes de vie ou d'autres facteurs de confusion potentiels.

Dans les **études cas-témoins**, la mesure de l'exposition a généralement été réalisée à l'aide de questionnaires portant sur les emplois et/ou sur l'usage de pesticides. L'information relevée était parfois le métier principal, le dernier ou le plus longtemps exercé, ou bien l'historique professionnel complet des personnes pour les emplois conduits au moins sur une certaine durée (un an, six mois, un mois...) incluant quelquefois les périodes d'apprentissage. Ces études disposaient fréquemment de données en lien avec la durée des emplois ou des tâches exposantes. Dans un grand nombre d'études, les questionnaires spécifiques permettaient de classer les sources d'exposition en grandes catégories (insecticides, herbicides, fongicides). L'emploi de matrices emploi-exposition était marginal et visait à attribuer aux emplois exercés une probabilité d'exposition et/ou un niveau d'exposition aux pesticides en général ou aux grandes catégories de pesticides (insecticides, fongicides, herbicides). Peu d'études ont tenté de caractériser ou de préciser des familles ou des pesticides spécifiques au moyen de questions ouvertes ou de listes de substances proposées, ou sur d'autres paramètres comme les surfaces traitées. Par ailleurs, les questionnaires n'étaient pas plus précis quant aux types de cultures, au nombre de jours d'application, au matériel, aux équipements de protection individuelle, ou encore sur des expositions en dehors des activités de traitement (expositions para-professionnelles lors du lavage des tenues, stockage des pesticides au domicile...) et de façon encore plus marginale lors de tâches professionnelles conduites en champs (réentrée). En Californie, l'identification de substances actives spécifiques s'est appuyée sur l'existence d'un registre de pesticides permettant de connaître les substances actives utilisées par chacune des communes pour une année donnée. Ce registre a essentiellement été utilisé pour estimer les expositions environnementales de la population générale ou rurale. Le classement des personnes selon leur niveau d'exposition a parfois été réalisé à partir d'avis d'experts, exprimés *a priori*, et s'appuyant par exemple sur des données météorologiques disponibles dans la littérature ou obtenus par des modélisations utilisées pour la mise sur le marché des substances. Dans d'autres cas, des avis étaient donnés *a posteriori* à partir de l'analyse des réponses aux questionnaires. Au Brésil, les données de vente par État, mises à disposition par le ministère de l'Agriculture, ont été utilisées dans une étude écologique pour attribuer des niveaux d'exposition à des individus en fonction de leur zone de résidence. Dans ce cas, le recensement agricole a donc pu servir de base pour attribuer des niveaux d'exposition sur la base des surfaces traitées par rapport au lieu de résidence ou de l'exploitation (Pickett *et al.*, 1998). De même, une cohorte agricole a été constituée en Norvège à partir des chefs d'exploitations agricoles recensés aux travers des différents recensements agricoles conduits dans ce pays depuis les années 1960. Le suivi des cas de cancer a été possible par croisement avec le registre national des cancers (Kristensen *et al.*, 1996). Des données météorologiques ont été utilisées de manière très marginale, telles que des analyses de pesticides dans des prélèvements de sol sur le lieu de résidence des personnes (Hicks *et al.*, 1985), des mesures de composés ou de métabolites dans des matrices biologiques comme l'urine ou le sang. Dans le cas particulier de la recherche d'une association avec des troubles cognitifs et des manifestations psychiatriques, l'exposition aux pesticides a fréquemment été définie par l'identification d'épisodes d'intoxications aiguës par des substances telles que les organophosphorés ou les carbamates.

Les **cohortes prospectives** sont beaucoup moins nombreuses. On compte parmi les plus importantes celles de l'*Agricultural Health Study* réalisée aux États-Unis (<http://aghealth.nih.gov/>). Cette vaste étude de cohorte incluait des données sur 52 393 chefs d'exploitations agricoles, détenteurs de licences d'utilisations de pesticides en Iowa et Caroline du Nord, et leurs conjoints (Alavanja *et al.*, 1996). C'est de cette étude, mise en place entre 1993 et 1997, que proviennent la plupart des résultats épidémiologiques ayant permis de montrer une association entre des pesticides et certaines formes de cancer. Cette étude renseigne l'utilisation actuelle ou passée de pesticides dans les secteurs agricoles des deux États concernés et ce, essentiellement dans le contexte des grandes cultures (céréales, soja...) ou des prairies. L'information sur les expositions a été générée à partir de questionnaires utilisés i) lors de la phase d'inclusion et portant sur 50 pesticides (questionnaire complété en face à face ou, pour environ 50 % des membres de la

cohorte, un auto-questionnaire complété au domicile suite à l'inclusion) et ii) à partir des questionnaires de suivi (troisième questionnaire de suivi en cours actuellement). Au début des années 2000 (Dosemeci *et al.*, 2002), cette équipe a proposé des index cumulés d'exposition s'appuyant sur une revue des déterminants identifiés dans la littérature métrologique ou/et utilisés dans les modèles nord-américains servant à l'évaluation des pesticides avant leur mise sur le marché (PHED) et utilisés dans leur questionnaire d'inclusion. Deux algorithmes ont été proposés mais seul le premier est régulièrement utilisé dans les études de santé car les données nécessaires à son utilisation sont disponibles pour l'ensemble des membres de la cohorte. Ainsi le premier algorithme dit « algorithme d'inclusion » prend principalement en compte trois tâches (préparation, application et réparation du matériel) et le port d'équipements de protection individuelle (EPI).

Algorithme d'inclusion = (Préparation + Application + Réparation) x EPI

Préparation : valeurs 0, 3 ou 9 selon fréquence de réalisation de cette tâche ;

Application : 0 à 9 selon fréquence et mode d'application (les valeurs les plus élevées le sont pour des applications avec pulvérisateurs à dos ou sur animaux, les traitements en champs avec tracteur prennent une valeur intermédiaire) ;

Réparation : 0 ou 2 selon la réalisation ou non de cette tâche ;

EPI : les gants, le masque, les bottes, une combinaison jetable sont pris en compte et leur port ou non entraîne un coefficient de réduction allant de 1 (aucun EPI) à 0,1 (tous les EPI).

L'algorithme d'inclusion a été confronté à des études de biosurveillance à des fins de validation et de modification des valeurs de pondération utilisées (Coble *et al.*, 2011).

Le second algorithme est nettement plus détaillé car il prend également en compte le lieu de préparation, l'existence d'une cabine, le nettoyage du matériel et des buses, la fréquence de renouvellement des gants de protection, les pratiques d'hygiène (lavage des mains, douche, et en cas d'éclaboussures avec des pesticides).

En dehors d'un historique de l'utilisation des pesticides ciblés, cette étude de cohorte ne comporte pas d'historique d'autres déterminants comme les cultures, les élevages, les tâches associées à ces activités, le port des EPI, le type de matériel de traitement par individu, et ne permettrait pas l'utilisation directe de matrice emplois-expositions.

4.2.1.2 Revue « EFSA » 2013-EN-497 Pesticide epidemiology

Parallèlement à l'expertise collective de l'Inserm, une revue de la littérature épidémiologique sur les liens entre exposition aux pesticides et santé a de plus été réalisée en réponse à un appel d'offres de l'EFSA (Ntzani *et al.*, 2013). Limitée à la période 2006-2013, cette revue ne cible pas d'effet de santé spécifique et s'appuie sur l'algorithme de recherche bibliographique suivant :

pesticid* OR 'pesticide'/exp OR 'chemical pest control'/exp OR fungicid* OR 'fungicide'/exp OR herbicid* OR 'herbicide'/exp OR insecticid* OR 'insecticide'/exp OR molluscacid* OR 'molluscicide'/exp OR molluscicid* OR 'molluscicide'/exp OR rodenticid* OR 'rodenticide'/exp OR carbamat* OR 'carbamate'/exp OR pyrethroid* OR 'pyrethroid'/exp OR 'chlorinated hydrocarbon'/exp OR 'agricultural chemical'/exp AND [humans]/lim AND [2006-2013]/py

Appliqué dans MEDLINE et EMBASE, l'algorithme a conduit à l'identification de 43 259 références dans la littérature internationale (Figure 6). Des recherches complémentaires dans TOXLINE, DART, OpenSigle et ProQuest ont ajouté 2 640 références. À la lecture des titres, 1 101 articles originaux ont été initialement gardés, puis 602 après lecture intégrale des articles. Le détail de cette procédure de sélection est présenté dans le rapport.

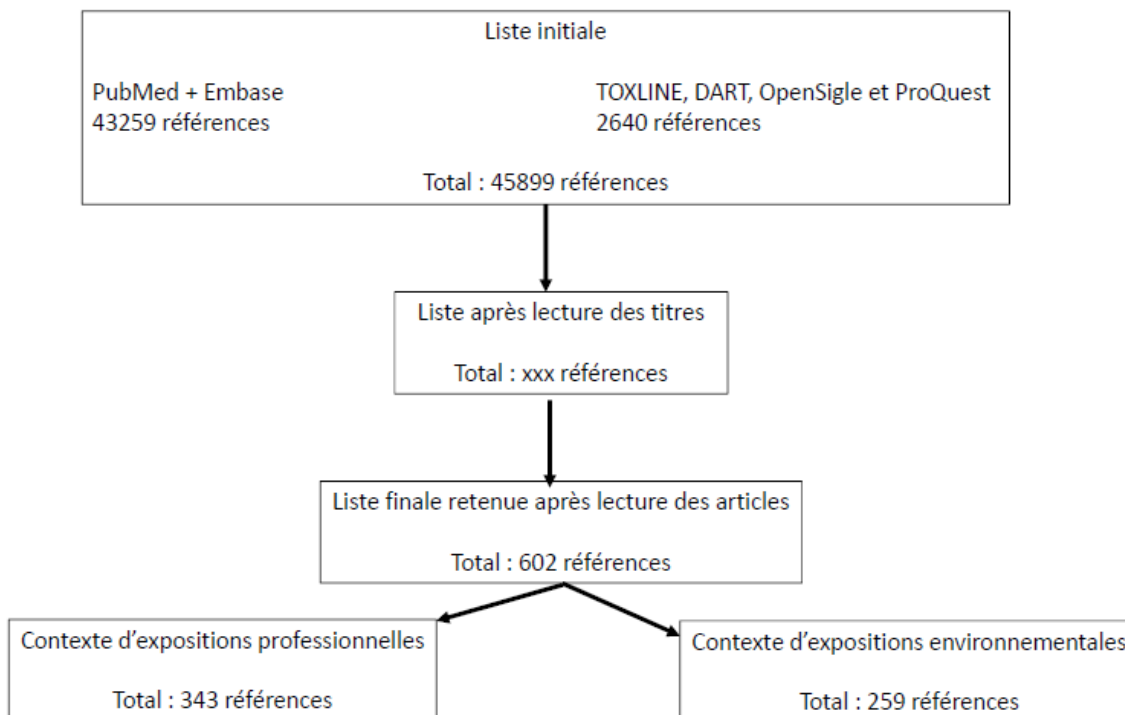


Figure 6 : Recherche bibliographique EFSA sur santé et pesticides

Cette revue comporte un volet critique, matérialisé par une base de données (« data extraction database »), qui concerne notamment la mesure de l'exposition. Celle-ci a été documentée selon trois critères : le niveau de détail de la mesure de l'exposition, les méthodes de mesure de l'exposition et la spécificité de la mesure. Le rapport est structuré en fonction des effets de santé et ne comporte pas d'analyse à proprement parler concernant la mesure de l'exposition. Les seuls éléments à ce sujet correspondent à des considérations générales, principalement orientées vers les limites, et sont retrouvées dans la conclusion du document. C'est pourquoi nous avons voulu explorer de façon plus détaillée les données concernant la mesure des expositions.

Cette base (data extraction database) permet d'identifier qu'une large proportion des articles retenus concernent en réalité des expositions environnementales, caractérisées par des biomarqueurs mesurés dans les liquides biologiques. La base de données classe 343 des articles analysés comme explorant des expositions professionnelles aux pesticides, associées ou non à des expositions environnementales. Les autres études ne discutent que des expositions environnementales. Parmi les articles concernant des expositions professionnelles, 123 sont considérés comme ayant un niveau de détail élevé par rapport à l'exposition, 88 un niveau bas et 105 un niveau moyen (et ce niveau est indéterminé pour 27 études). Cependant, les critères de ce classement ne sont pas explicités dans le document. Les auteurs notent également la robustesse de la mesure de l'exposition, en considérant que celle-ci est forte lorsque la mesure de l'exposition est basée sur un biomarqueur (soit 51 études), partielle lorsqu'il s'agit de données de questionnaires ou de données écologiques à petite échelle (249 études), et non robuste lorsqu'il s'agit d'études écologiques à de larges échelles (19 études). Enfin les auteurs définissent la spécificité des mesures d'exposition, en jugeant que la mesure est spécifique (n = 124, pas de détail sur la définition), partiellement spécifique lorsqu'elle repose sur des groupes chimiques plus larges (n = 54), et non spécifiques lorsque des regroupements de substances diverses aux propriétés toxicologiques différentes ont été réalisés (n = 153).

Il reste que la restriction à une période récente de publications limite cette revue et exclut des données particulièrement importantes publiées dans des domaines spécifiques comme le lien

entre trempage des moutons et pathologies neurologiques ou encore entre sarcomes et expositions aux phytohormones.

Parmi les 46 articles identifiés par le GT pour le contexte français (chapitre 3), 32 sont absents dans le rapport de l'EFSA. Parmi les articles absents, le plus grand nombre n'ont pas été publiés dans la période retenue par l'EFSA (n = 26), mais six, éligibles par rapport à la date de parution, n'ont pas été identifiés. Une étude sur la France a en revanche été identifiée par l'EFSA et pas par notre analyse dans le contexte français.

4.2.1.3 Recherche exploratoire concernant la littérature épidémiologique internationale

Pour finir, et compte tenu des limites identifiées dans le contour de ces deux expertises collectives, limites en termes de période prise en compte pour l'expertise ESFA (période 2006-2013) ou en termes de pathologies exclues de l'expertise Inserm, une recherche exploratoire a été menée, notamment pour envisager l'extrapolation des constats établis sur la revue de la littérature épidémiologique réalisée sur la France (chapitre 3) à la littérature internationale.

Sur la seule base Pubmed, l'algorithme précédemment utilisé pour la recherche en France identifiait 8 937 références, lorsqu'on retirait simplement de l'algorithme le terme « France ». D'autres algorithmes ont été testés (Tableau 13). Sur la base de cette recherche et sur la base des fonds documentaires disponibles dans les deux expertises, il aurait fallu lire plusieurs dizaines de milliers de titres et au moins mille articles complets, ce qui apparaissait complètement irréaliste dans le contexte du groupe du travail. Enfin, l'analyse de la littérature épidémiologique dans le contexte français ainsi que la lecture des deux expertises collectives montraient que la lecture des articles épidémiologiques ne fournissait que des données parcellaires sur les méthodes de mesure des expositions utilisées (variables prises en compte, facteurs de pondérations éventuels...). L'intérêt de réaliser une analyse approfondie et exhaustive de la littérature épidémiologique dans le contexte de la saisine paraissait donc limité.

Tableau 13 : Algorithmes testés pour la recherche bibliographique sur l'épidémiologie

Algorithmes (Pubmed)	Nombre de références
(Pesticides OR Herbicides OR Insecticides OR Fungicides) AND epidemiology	8 937
(Pesticides OR Herbicides OR Insecticides OR Fungicides) AND case-control	1 533
(Pesticides OR Herbicides OR Insecticides OR Fungicides) AND cohort*	1 991
(Pesticides OR Herbicides OR Insecticides OR Fungicides) AND cross-sectional	962
(Pesticides OR Herbicides OR Insecticides OR Fungicides) AND (case-control OR cohort* OR cross-sectional)	4 115
(Pesticides OR Herbicides OR Insecticides OR Fungicides) AND etiolog*	8 118
(Pesticides OR Herbicides OR Insecticides OR Fungicides) AND risk factor*	6 533

4.2.1.4 Éléments de synthèse sur la mesure de l'exposition dans la littérature épidémiologique française et internationale

Même s'il ne nous a pas été possible de revoir l'ensemble des données originales des études épidémiologiques internationales concernant les effets des pesticides sur la santé, la lecture des deux récents rapports d'experts et la confrontation à l'inventaire réalisé sur les publications concernant la France nous permettent d'établir certains constats :

- Un nombre conséquent d'études abordent la question des effets sanitaires des pesticides en considérant les expositions de la population générale, découlant généralement des usages professionnels (résidus dans l'alimentation, proximité de zones traitées). En ce cas, les indicateurs d'exposition sont fréquemment des dosages biologiques de molécules persistantes telles que les organochlorés. Les études portant sur d'autres groupes de pesticides, plus récemment mis sur le marché que ces deux familles, sont beaucoup moins nombreuses, notamment parce que les dosages biologiques ne reflètent pour ces molécules que des expositions récentes, peu pertinentes pour l'étude d'effets chroniques. Dans le domaine des effets pour la reproduction et le développement cependant, des mesures biologiques ont pu être utilisées, car la fenêtre de temps pertinente pour initier les effets est plus restreinte. C'est notamment le cas en France pour la cohorte Pélagie.
- Un nombre plus restreint d'études s'intéressent directement à la santé des professionnels exposés. Ces études permettent généralement de recueillir des données sur les caractéristiques précises des utilisations de pesticides. Cet avantage n'existe pas dans les cohortes historiques qui ne permettent pas, en général, d'obtenir des informations détaillées auprès des individus. En revanche, les études ayant fait l'objet d'entretiens auprès des utilisateurs professionnels (population agricole incluse dans des études cas-témoins et cohortes prospectives d'agriculteurs) permettent souvent de caractériser l'exposition avec davantage de détails. C'est le cas notamment des études de cohortes incluses dans le consortium AGRICOH (incluant AGRICAN et PHYTONER pour la France et l'*Agricultural Health Study* pour les États-Unis).
- Les méthodes mises en œuvre pour estimer l'exposition aux pesticides dans les études ayant interrogé directement des agriculteurs sont variées. Cependant, aucune de celles-ci ne peut, à ce jour, servir de « référence » pour évaluer la validité des autres outils. Ces outils sont principalement des questionnaires, complétés certaines fois par des matrices emploi/tâche/culture-exposition, des avis d'experts, des mesures biologiques.
- Concernant les questionnaires, en dehors des calendriers professionnels largement décrits et utilisés dans les études en milieu professionnel de manière générale, aucun outil validé n'est proposé pour recueillir l'information sur les expositions professionnelles aux pesticides. Plusieurs variables sont considérées par les questionnaires mais aucun ne tient compte de l'ensemble de celles-ci. Les principales variables questionnées sont : la nature des produits (en proposant ou non une liste de substances actives ou de produits commerciaux), le type de cultures traitées, le matériel ou les équipements de protection utilisés, le type de traitement, les tâches impliquant un contact avec les cultures, les épisodes d'intoxications aiguës, ou encore le fait d'avoir résidé sur une ferme.
- En dehors des questionnaires, des matrices cultures-exposition ou tâches-exposition ont parfois été utilisées, sans qu'il n'existe dans ce domaine d'évaluation réelle de la qualité des outils. Les paramètres considérés dans les matrices sont divers, établis à partir de sources très variables en qualité et en nombre, et renseignés avec plus ou moins de précision. Les matrices établies à partir des emplois restent très générales sur la nature des produits. Seules les matrices s'appuyant sur les tâches et/ou les cultures sont en mesure de fournir des informations sur des substances actives ou des familles de substances.
- Quelques initiatives ont été développées au cours des 15 dernières années pour inclure dans les études épidémiologiques des paramètres individuels permettant d'estimer le niveau d'exposition, en fonction de caractéristiques du travailleur, du type d'exploitation, du matériel utilisé, de la culture traitée, ou des tâches réalisées. Elles ont l'avantage de

permettre un classement des sujets selon leur niveau d'exposition, d'intégrer ces niveaux sur l'ensemble de la carrière professionnelle et de rechercher des relations dose-effet entre l'exposition aux pesticides et des effets de santé.

- L'utilisation des enquêtes statistiques agricoles en France (RGA, PK, données de vente...) à des fins de recherche étiologique n'est pas aisée car les questionnaires de ces enquêtes ne sont pas ciblés sur les expositions des individus, et parce que les règles de confidentialité des données en France empêchent les croisements de bases de données nominatives...). À noter que cela est possible dans d'autres pays (Scandinavie, Californie, Brésil...).

4.2.2 Extrapolation concernant les données métrologiques

Une recherche exploratoire a été menée afin de discuter l'extrapolation de la revue de la littérature métrologique réalisée sur la France (chapitre 3) à la littérature internationale.

Afin de réaliser cette recherche, des requêtes bibliographiques ont été effectuées sur la base Pubmed qui était la plus pertinente dans ce contexte exploratoire. Les algorithmes précédemment utilisés pour la recherche en France identifiaient respectivement 4 344 références et 8 008 références, lorsqu'on retirait simplement de l'algorithme le terme « France ».

D'autres algorithmes ont été testés (Tableau 14).

Compte tenu de la faible sensibilité des algorithmes utilisés pour le contexte français (11 articles retenus sur 130 références identifiées), il a été décidé au niveau international de restreindre le « bruit de fond » pour la recherche au niveau international en ajoutant le concept de voies de pénétration (cutanée et respiratoire) – qui sont celles pour lesquelles les recommandations de l'OCDE préconisent des prélèvements dans les études en champ –, et de retirer les termes relatifs à la population agricole, pour ne laisser que la notion d'exposition professionnelle, les articles ne concernant pas le milieu agricole étant moins nombreux et pouvant être exclus *a posteriori*. Par ailleurs la recherche a été centrée sur les produits de traitement des cultures et les mots-clés correspondants aux produits vétérinaires et aux antiparasitaires externes ont été retirés. Ces choix ont nécessairement entraîné une perte de spécificité et conduit à perdre certains articles pertinents. Cependant, cette limite nous a semblé acceptable dans le cadre d'une démarche exploratoire destinée à donner un panorama des études existantes dans la littérature internationale concernant la métrologie des pesticides. Nous avons éprouvé cet algorithme en s'assurant qu'il permettait d'identifier certains articles dont nous connaissions l'importance dans le champ de recherche de la métrologie. Ainsi 718 articles ont été retenus dans ce travail exploratoire.

Au-delà de cette recherche exploratoire basée sur des résumés d'articles, des documents institutionnels visant à recenser la littérature métrologique à l'échelon international ont été identifiés : soit un rapport de l'EFSA (EFSA/PR/2007/01) et ceux du programme européen BROWSE.

Tableau 14 : Algorithmes testés pour la recherche bibliographique sur la métrologie

Algorithmes (Pubmed)	Nombre de références
Pesticides AND Human AND Monitoring	4 344
(pesticides or insecticides or fungicides or herbicides) AND exposure	20 000
(Occupational exposure OR occupational health OR occupational medicine OR occupational hazard OR occupational safety OR occupational disorders OR safety at work OR poisoning OR exposure OR biomonitoring OR contamination OR measure) AND (agricultural workers OR farm workers OR farmworker OR agricultural manpower OR farm-hand OR farm hand OR farmer* OR peasant workers OR peasant) AND (agricultural chemicals OR agrochemical OR pesticides OR antiparasitic OR ectoparasiticides OR anthelmintics OR acaricides OR insecticides OR fungicides OR herbicides OR veterinary products OR veterinary drug)	8 008
(Occupational exposure) AND (agricultural workers OR farm workers OR farmworker OR agricultural manpower OR farm-hand OR farm hand OR farmer* OR peasant workers OR peasant) AND (agricultural chemicals OR agrochemical OR pesticides OR antiparasitic OR ectoparasiticides OR anthelmintics OR acaricides OR insecticides OR fungicides OR herbicides OR veterinary products OR veterinary drug)	2 018
(Occupational exposure) AND (agricultural chemicals OR agrochemical OR pesticides OR antiparasitic OR ectoparasiticides OR anthelmintics OR acaricides OR insecticides OR fungicides OR herbicides OR veterinary products OR veterinary drug)	5 660
(Occupational exposure*) AND (agricultural chemical OR agrochem* OR pesticid* OR acaricid* OR insectic* OR fungic* OR herbic*) AND (dermal OR inhalat* or aiway* or respir* or cutane* or skin*)	718

4.2.2.1 Analyse des résumés identifiés sur la base Pubmed

Les 718 titres d'articles ont été lus afin de faire une première sélection. Les articles non retenus présentaient les caractéristiques suivantes : des études épidémiologiques ou de santé ne produisant pas de données métrologiques sur les expositions des populations, des revues générales ne fournissant pas de données originales, des articles ne traitant pas de pesticides (engrais), des études portant sur des populations non agricoles (désinsectiseurs, population générale), des études sur l'animal, des articles décrivant des méthodes de toxicologie analytique sans application sur l'homme, ainsi que des articles courts (lettres, réponses), en langue étrangère, ou faisant doublon avec une autre publication sur la même étude. Sur cette base, 253 articles concernant des pesticides agricoles (phytopharmaceutiques) ont été conservés pour une lecture des résumés. Lors de la lecture des résumés, des motifs similaires ont conduit à écarter à partir de la lecture des résumés 51 autres articles (la liste des références exclues a été conservée). Les résumés des 202 articles retenus ont été revus pour une description sommaire des caractéristiques des études. A partir des seuls résumés, les informations suivantes ont été extraites : année de publication, pays de l'étude ou à défaut pays du premier auteur de la publication, contexte agricole de l'étude, tâches ayant donné lieu à une mesure de pesticides, type d'étude (laboratoire ou étude en champ). Pour les études en champ, il a été relevé si la contamination externe ou interne était documentée et s'il existait des mesures dans les milieux (air, eau, sols).

La Figure 7 présente le nombre d'études en fonction des années de publication. Il apparaît nettement que les études dans le domaine de la métrologie se sont développées à partir des années 1990, et que depuis lors elles se sont maintenues avec un effectif moyen de l'ordre de huit publications par an. Parmi ces études, celles visant à documenter les expositions en champ sont majoritaires (représentant 68 % de l'ensemble des publications avec un effectif moyen d'environ cinq publications par an).

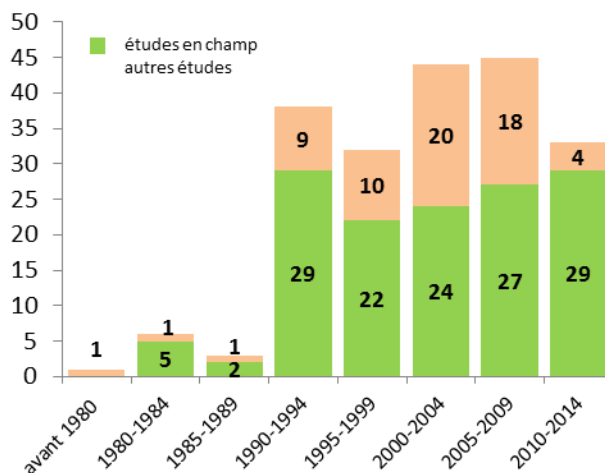


Figure 7 : Nombre de publications internationales en fonction de l'année de parution

Le nombre total d'études en fonction du pays et de la zone géographique est présenté sur la Figure 8 et le nombre d'études en champ réalisées dans ces mêmes zones sur la Figure 9.

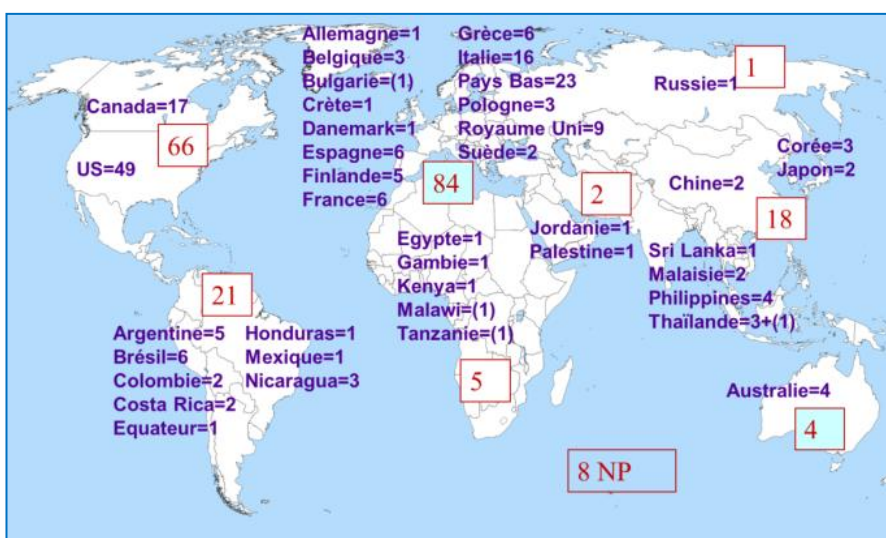


Figure 8 : Répartition géographique des études métrologiques



Figure 9 : Répartition géographique des études en champ

La majorité des études a été réalisée en Amérique du Nord et en Europe, que l'on considère l'ensemble des études ou plus spécifiquement les études de métrologie en champ. En Europe, les Pays Bas (n = 23) et l'Italie (n = 16) ont fourni le plus grand nombre d'études. A noter que six études ont été identifiées pour la France sur les 12 publications mentionnées au chapitre 3. Concernant les publications non identifiées, quatre provenaient de revues en Français non indexées (*Archives des maladies professionnelles*, *BEH*) et un article d'une revue agronomique (*Acta Horticolae*) également non indexée dans Pubmed. Deux références présentes dans Pubmed n'étaient effectivement pas identifiées par notre recherche, l'une concernait l'arsenic, non référencé en tant que pesticide, et l'autre une étude sur l'efficacité des cabines, qui ne faisait pas directement un lien avec les expositions professionnelles.

Au niveau de la littérature sur l'ensemble des pays, les systèmes de production les plus représentés étaient l'arboriculture, la floriculture, et le maraîchage, avec un nombre important d'études portant sur les serres. Les situations d'exposition en élevage étaient très peu documentées. La mention du secteur agricole était absente de près d'un tiers des résumés toutes études confondues et de 17 % des études en champ (Tableau 15).

Tableau 15 : Répartition des études en fonction des systèmes de production et des tâches documentées, à partir des informations disponibles dans le résumé

	Total n = 202	Études hors champ n = 65	Études en champ, n = 137			
			Traitements (T)	Réentrée (R)	T + R	Autres et NP
Arboriculture ^{*1}	28	3	16	7	2	0
Maraîchage ^{*2}	23	5	13	3	0	2
<i>Dont serres</i>	9	0	5	1	2	1
Floriculture	28	4	8	12	3	1
<i>Dont serres</i>	21	4	4	10	2	1
Serres SP	12	2	7	2	0	1
Viticulture	7	0	4	1	1	1
Forêts et Pépinières	6	1	2	1	1	1
Céréales	3	0	3	0	0	0
Maïs	6	0	5	1	0	0
Autres cultures ^{*3}	22	8	10	2	2	0
Elevages ^{*4}	7	2	5	0	0	0
NP	63	40				

*1 : NP dans le résumé (14), agrumes (3), pommiers (4), pêchers (5), oliviers (2), manguiers (1), dattiers (1), *2 : NP dans le résumé ou divers (10), tomates (8), fraises (4), chou (1), *3 : canne à sucre (1), café (1), coton (3), colza (1), polyculture (6), pomme de terre (2), riz (2), tabac (5), thé (1), *4 : moutons (2), cochons (1), NP (1)

En dehors des études de métrologie en champ, qui concernaient la majorité des publications (n = 137), les articles concernaient des mesures de métabolites sanguins ou urinaires chez des populations professionnellement exposées, des situations expérimentales (études sur des volontaires sains, des développements ou évaluations de techniques ou d'outils métrologiques tels que des biomarqueurs, matrices, index d'exposition, expertises...), le développement de modèles (notamment toxicocinétiques), la description de pratiques susceptibles d'éclairer des études métrologiques, des articles concernant la mesure des expositions en lien avec la réglementation... Les études en champ évaluaient le plus souvent les expositions au cours des phases d'application des produits, et de manière moins fréquente les tâches de réentrée, principalement dans les serres en floriculture. Ces études étaient le plus souvent basées sur une mesure de la contamination externe (n = 115, 84 %) ne prenant parfois en compte que la voie respiratoire (n = 12). Elles associaient une mesure de contamination interne dans 55 études (40 %), et des mesures dans l'environnement dans 22 études (16 %), incluant 16 fois des mesures dans l'air et six fois des mesures des résidus délogeables sur les végétaux.

4.2.2.2 Rapport de l'EFSA PPR/2007/01 « Project to assess current approaches and knowledge with a view to develop a Guidance Document for pesticides exposure assessment for workers, operators, bystanders and residents ».

L'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) a publié en 2008 une revue de la littérature (Hamey *et al.*, 2008) concernant les données sur l'exposition des travailleurs, des opérateurs, des « *bystanders* » et des résidents, incluant à la fois la littérature scientifique publiquement accessible et les données issues des modèles réglementaires. Cette revue visait l'exhaustivité sur la période 1990-2008, et avait pour objectif d'identifier les difficultés et les manques des modèles réglementaires existants.

Des requêtes multiples ont été utilisées pour identifier la littérature scientifique sur le sujet (détails fournis en annexe B du document), visant en premier lieu à lister toutes les dénominations possibles des substances considérées comme pesticides :

pesticide or insecticide* or fungicide* or herbicide* or molluscicide* or nematicide* or biocide* or (insect repell* or insect-repell* or insectrepell* or antifouling* or anti-fouling* or woodtreatment or*

wood treatment or wood preservative or woodpreservative* or agrochem* or agro chem* or plant protection* or plantprotection**

1) puis à croiser ces termes avec les populations concernées

worker or laborer* or operator* or applicator* or bystander* or resident* or human* or man or woman or hominid* or child**

2) la notion d'exposition

*expos**

3) les techniques d'échantillonnage, les milieux, la notion de mesure

patch or clothing*

air sampl or air-sampl* or air concentration* or vapor* or vapour**

*drift**

*tracer or tracers**

dosimet or monitor* or measure* or assess* or determin* or estimate**

en restreignant finalement à l'homme et aux études ne portant pas sur la santé

not (mouse or mice or rat* or monkey* or pig* or cancer* or mortalit* or health* or neuro* or carcino* or lymphom* or genetox* or reproduction or reproductive)*

La liste initiale des articles sélectionnés comportait 1 205 titres (liste des articles disponibles). Après exclusion des références considérées comme concernant des « scénarios d'exposition non représentatifs », ne portant que sur des effets toxiques, ou mesurant l'exposition de manière « nouvelle », 246 articles ont été retenus. Parmi ceux-ci seulement 72 ont été jugés « acceptables » et ont été retenus pour la synthèse. Les critères de sélection s'appuyaient notamment sur le respect des bonnes pratiques de laboratoires, la représentativité des situations par rapport aux conditions européennes (durée de travail, surface traitée, quantité de pesticides utilisée), la documentation des taux de récupération en champ et en laboratoire. La lecture de ces références a permis d'identifier 67 articles dont seulement 37 ont été revus en raison de contraintes de temps et 10 ajoutés à la base de données des études considérées pertinentes à l'échelle européenne pour la mesure des expositions. Au-delà de la revue de la littérature, l'objectif poursuivi était de comparer les valeurs d'exposition décrites dans la littérature aux valeurs prédites par les modèles, ce qui supposait de disposer dans les articles de paramètres pris en compte dans les modèles.

Cent neuf articles identifiés par notre recherche exploratoire sur Pubmed n'étaient pas inclus dans la synthèse de l'EFSA. Parmi ceux-ci, 66 étaient publiés sur la période 1990-2008, dont 25 étaient dans la sélection initiale réalisée par l'EFSA mais n'avaient pas été jugés acceptables ultérieurement sans qu'il soit possible d'identifier clairement les raisons de ces exclusions. Les 43 autres articles identifiés dans la recherche sur Pubmed et absents de la revue de l'EFSA avaient été publiés avant 1990 (n = 7), ou après 2008 (n = 36). Inversement 38 articles étaient présents dans le rapport EFSA et absents de la recherche sur Pubmed. Il s'agissait dans 22 cas de revues qui n'étaient pas indexées dans Pubmed (ex : *Environmental Science and Technology, Journal of Environmental Science and Health Part B, Journal of Pesticide Science...*) ou dont la référence manquait dans la base, de deux résumés de congrès, de deux articles identifiés dans la sélection initiale mais non retenus. Enfin, 12 articles étaient bien dans Pubmed mais n'avaient pas été identifiés par l'algorithme. À noter : aucun des articles issus d'études menées dans le contexte de la France n'apparaissait dans le rapport EFSA.

Parmi les articles inclus dans le rapport de l'EFSA, 72 concernaient les applicateurs, dont 10 avec une documentation des données jugée insuffisante pour les inclure dans la base de données, 28 concernaient des phases de réentrée dont cinq avec une documentation jugée insuffisante, huit renseignaient des valeurs de résidus délogeables, trois des coefficients de transfert, neuf portaient sur l'exposition des riverains dont deux avec une documentation insuffisante.

4.2.2.3 Browse project (EU 7th Framework Programme, 265307)

Le projet Browse, soutenu par l'Union européenne (2011-2014) dans l'objectif d'améliorer et de développer les modèles réglementaires existants concernant la mesure de l'exposition aux phytopharmaceutiques, a entrepris une revue des données d'exposition publiées, notamment pour l'opérateur et pour les travailleurs revenant dans les cultures. La synthèse de ces données est disponible dans deux rapports (Spaan *et al.*, 2011; Spanoghe et Ngoc, 2011) disponibles sur le site web du projet (<https://secure.fera.defra.gov.uk/browse/project/>).

Les données collectées ont été identifiées à partir de la littérature publiée et accessible, de la littérature grise collectée auprès des partenaires du projet Browse et des membres de son comité de pilotage, auprès des projets financés par l'Europe, et de l'industrie (ECPA). Concernant la littérature scientifique, elle a été recherchée dans Pubmed et dans Web of Science sur la période janvier 1990-mars 2011 à l'aide des termes suivants :

exposure AND work AND chemical*

exposure AND work AND pesticide*

exposure AND work AND biocide*

*dermal OR skin AND exposure AND work**

dermal OR skin AND exposure AND operator

dermal OR skin AND exposure AND chemical

dermal OR skin AND exposure AND pesticide

dermal OR skin AND exposure AND biocide

Seuls les articles rapportant des données d'exposition originales ont été retenus, à l'exclusion de ceux qui décrivaient des modèles existants. Trois cent trente-six (336) publications ont été identifiées pour constituer une base de données, parmi lesquelles 220 concernaient des expositions aux pesticides agricoles (les autres concernaient des biocides, d'autres substances chimiques...) dont 145 lors des opérations de traitement. Concernant les expositions des opérateurs par les pesticides agricoles, cette recherche a permis d'identifier 70 études en Europe (39 en Europe du Nord et 31 en Europe du Sud), 45 en Amérique du Nord, 14 en Amérique du Sud, 11 en Asie, 2 en Afrique, et 2 en Australie, des effectifs proches de ceux des articles identifiés sur Pubmed par notre recherche exploratoire. Cependant ce rapport du programme BROWSE incluait dans sa revue des rapports institutionnels n'ayant pas donné lieu à des publications dans des revues scientifiques internationales (36 rapports de TNO dont 13 concernant les expositions agricoles des opérateurs). Par ailleurs 94 articles ont été retenus concernant la mesure de l'exposition des travailleurs lors de la réentrée en champ, dont 54 provenaient d'Europe (incluant 13 rapports de TNO et 3 rapports de SWZ) et 30 des États-Unis.

La revue met en évidence que les cultures les plus étudiées dans la littérature collectée sont les fleurs et les plantes ornementales devant les légumes et les fruits. À noter que concernant les opérateurs, seules deux études ont été identifiées pour les cultures de blé/orge, cinq pour le maïs, neuf pour les vignes et pour les travailleurs, trois études sur le maïs (et une sur semence) et 2 en viticulture.

Les rapports soulignent qu'un grand nombre de ces données publiées n'ont pas été incluses dans les modèles d'exposition réglementaires, à savoir 75 études (52 %) sur les 145 études d'exposition des opérateurs aux produits agricoles et 48 études de travailleurs (59 %) sur les 91 études identifiées. Cette proportion est encore plus élevée si on ne considère que les études incluses dans la revue EFSA/PPR/2007/01 : 42 % pour les opérateurs et 33 % pour les travailleurs.

4.2.2.4 Synthèse des données métrologiques françaises et internationales

L'exploration menée dans le cadre du groupe de travail de l'Anses sur les études métrologiques à l'échelon international mérite donc d'être complétée par d'autres recherches bibliographiques, en

particulier sur d'autres bases de données, incluant des journaux agronomiques et de sciences fondamentales.

Néanmoins, la requête menée sur Pubmed avec des mots-clés relativement spécifiques concorde assez bien sur le nombre de papiers pertinents, avec les revues réalisées à la fois par l'EFSA et dans le cadre du projet BROWSE : celui-ci apparaît compris entre 200 et 300 articles sans restriction de langue ou de date. La littérature scientifique dans le domaine de la métrologie des produits phytopharmaceutiques paraît donc possible à circonscrire : son analyse sommaire montre que, depuis les années 1990, moins d'une dizaine d'articles par an sont publiés sur ce sujet, tant en Europe qu'aux États-Unis ou dans le reste du monde. La combinaison des articles identifiés dans la littérature internationale aux articles de la littérature française nous permet de faire certains constats.

- Dans les diverses revues réalisées, la recherche des articles pertinents a été effectuée avec des algorithmes et sur des bases bibliographiques différentes, sur des périodes parfois restreintes. Par ailleurs la sélection des articles, en particulier dans le rapport EFSA, fait appel à des critères peu explicites, incluant l'accessibilité aux données brutes et la mention des bonnes pratiques de laboratoire dans la publication (sans information précise sur la manière dont cette information a été collectée auprès des auteurs des publications). Néanmoins, certaines études n'ayant pas été publiées dans des revues à comité de lecture ont parfois été retenues (ex : rapports TNO dans le programme BROWSE), malgré les difficultés d'accès à cette littérature grise non répertoriée dans les bases de données bibliographiques utilisées par les institutions académiques. Il semble donc ne pas exister aujourd'hui de consensus concernant les caractéristiques des études qui doivent être prises en considération dans le domaine de la mesure des expositions agricoles pour les opérateurs et les travailleurs, ni de base bibliographique établie qui permette la consultation de ces articles par la communauté scientifique et/ou le grand public, ni de veille bibliographique sur le sujet qui permette d'actualiser les connaissances utiles à la recherche et aux modèles.
- Un nombre limité d'articles rapporte des données d'exposition originales, essentiellement en Europe et en Amérique du Nord, et peu d'entre eux documentent les déterminants de l'exposition. Ceci peut s'expliquer en partie par le nombre généralement limité d'observations incluses dans ces études, qui ne permet pas de refléter la diversité des situations. Certaines filières agricoles paraissent moins documentées que d'autres, en particulier les grandes cultures, l'arboriculture et la viticulture ont donné lieu à peu d'articles identifiables dans la littérature scientifique.
- Les données existantes concernent majoritairement l'exposition des opérateurs lors des activités de traitement, et un nombre plus limité de publications porte sur les expositions lors d'activités de réentrée dans les cultures traitées. Ces dernières sont essentiellement représentées par les tâches de cueillette et ne documentent que rarement les tâches effectuées dans les champs au cours de la période de traitement des cultures.
- La majorité des études publiées ne sont pas incluses dans les modèles, un grand nombre d'articles n'ayant pas été jugés pertinents par l'EFSA pour la constitution de sa base de données documentaires, utiles aux modèles. Cependant les motifs d'exclusion des publications n'apparaissent pas explicites dans les revues réalisées.
- Il n'y a pas de description exhaustive des déterminants des expositions explorés et pas d'analyse critique de ces déterminants.

4.3 Extrapolation des constats : les enseignements des études de cas

4.3.1 Les études de cas comme outils de validation de l'extrapolation des données de la revue de littérature internationale aux situations françaises

Face à l'impossibilité de traiter l'ensemble de la littérature étrangère en lien avec les expositions aux pesticides des personnes travaillant en agriculture, des revues de littérature internationale portant sur des objets beaucoup plus circonscrits (réentrée en arboriculture et traitements contre les parasites externes en élevage ovin) ont été réalisées. L'objectif était de déterminer ce qui peut être extrapolé aux situations françaises de l'analyse de publications dont les résultats portent sur d'autres pays. Ces revues de littérature ont été conduites de différents points de vue disciplinaires (sciences sociales/expologie). Les rapports correspondants sont présentés dans les volumes 3 (élevage ovin) et 4 (réentrée en arboriculture). Les résultats de ces investigations bibliographiques ont été mis en relation avec les autres travaux réalisés dans le cadre des études de cas, lesquels ont permis de mieux réfléchir aux possibilités d'extrapolation.

Tableau 16 : Nombre d'articles retenus dans les revues de la littérature internationales

	Réentrée en arboriculture	Traitement antiparasitaire ovins
Expologie	42	34
SHS	22	30

Ces deux études pointent certaines difficultés à extrapoler des résultats obtenus sur des situations étrangères. Elles montrent cependant que les revues de littératures internationales sur des cas circonscrits peu ou pas traités en France présentent un véritable intérêt pour la construction de questions d'investigation pertinentes et pour identifier les facteurs qui ont conduit à la prise en charge scientifique et politique de certaines problématiques dans certains pays. Elles permettent aussi de préciser les limites et les risques d'extrapolations trop rapides sans considération des spécificités du contexte des situations d'exposition.

4.3.2 Les difficultés de l'extrapolation

Dans le cadre des deux études de cas, des revues de littérature ont été conduites en expologie et en SHS (histoire, anthropologie, sciences politiques, sociologie, économie). Dans les deux cas, des travaux qui correspondent à un contexte précis ont été identifiés et analysés. Les expositions sont des objets situés, elles sont décrites par des travaux qui portent sur certaines aires géographiques, sur certaines molécules, sur certains types de population agricole, sur certaines tâches et à certaines périodes.

Ainsi la revue de littérature en expologie sur la réentrée en arboriculture met en évidence que l'essentiel des études ont été réalisés dans certains États des États-Unis avant les années 2000. Celles-ci portaient principalement sur l'exposition aux insecticides organophosphorés lors des tâches d'éclaircissage et de récolte, et plus rarement sur le pliage, l'arrosage, la taille et le conditionnement des fruits. L'essentiel des informations provient d'études de terrain portant sur de faibles effectifs. Quelques rares études portent sur des pays européens.

La revue de littérature en SHS montre aussi que la plupart des études identifiées portent spécifiquement sur certains États des États-Unis et ce, pour la période allant des années 1960 aux années 1980. Cependant, certains pays d'Amérique latine ont aussi fait l'objet de plusieurs études et quelques travaux portent sur des pays asiatiques. L'Europe est totalement absente. Le type de pesticide concerné est rarement spécifié, mais certains d'entre eux comme les organophosphorés et surtout le dibromochloropropane font l'objet d'une attention particulière. Plus que des tâches, ce sont des problèmes qui sont examinés dans la littérature de SHS : mobilisations, réglementations

et politiques publiques, conditions de travail, perceptions des risques et possibilités de s'en prémunir. Les populations étudiées sont avant tout des populations salariées pauvres et/ou migrantes – en situation légale ou non.

La revue de littérature en expologie sur l'utilisation d'antiparasitaires externes en élevage ovin montre que l'essentiel des travaux identifiés ont été réalisés en Grande-Bretagne dans les années 1990, dans un contexte de préoccupation de santé publique et de mobilisation à la suite de cas d'intoxications aiguës lors des opérations de trempage de moutons avec des organophosphorés. Seules quatre études d'expologie ont pu être identifiées, les autres travaux retenus visant prioritairement à documenter des effets sanitaires. Les travaux portaient avant tout sur des opérations de trempage des moutons, et très peu d'autres tâches potentiellement exposantes ont été considérées (traitement des bois des enclos, désinfectants contenus dans les pédiluves, tonte).

La revue de littérature SHS a quant à elle identifié des travaux principalement menés dans quatre pays (la Grande-Bretagne, l'Irlande, la Nouvelle-Zélande et l'Australie), sur des périodes allant de l'Entre-deux-guerres aux années 2000. Ces travaux étudient certaines mobilisations, des réglementations et des politiques publiques, la perception des risques, des pratiques et des transformations de pratiques.

Pour les deux études de cas, le travail d'extrapolation des études étrangères à la situation française actuelle est difficile et souvent impossible et ce, pour quatre raisons au moins.

- Dans les deux études de cas, les travaux retenus portent pour la plupart sur des périodes antérieures à la période actuelle. Des changements, parfois importants, peuvent avoir eu lieu, notamment dans les molécules et le matériel utilisé, dans les pratiques de travail et les approches préventives, dans la réglementation, dans les organismes combattus dans les itinéraires techniques, dans les utilisations des pesticides (cosmétique et conservation des fruits)...
- Dans les deux études cas, l'extrapolation d'un pays à un autre semble tout aussi difficile. Les mobilisations récurrentes aux Etats-Unis des salariés migrants ou locaux mexicains et d'autres pays d'Amérique latine voire asiatiques, et des ONG qui les soutiennent, n'ont pas d'équivalent en France et s'insèrent dans des dispositifs réglementaires et politiques très différents. Il en est de même pour les dispositifs réglementaires qui ont pu découler de mobilisations en Australie et au Royaume-Uni dans le cas des antiparasitaires externes en élevage ovin. Les dispositifs politiques, sociaux ou économiques dans lesquels s'insère l'élevage ovin, et donc les leviers d'action possibles, diffèrent grandement entre ces pays et la France.
- Dans les deux études de cas, l'extrapolation d'un type de système de production à l'autre semble difficile. Les structures d'exploitation, les statuts des personnes intervenant dans les exploitations, les pratiques de travail (et donc les expositions qui peuvent en résulter), varient de manière importante selon le contexte historique et géographique. Ainsi, il y a peu en commun entre une grande partie des exploitations fruitières états-uniennes de plus grande taille et qui reposent sur l'utilisation d'une importante main-d'œuvre salariée agricole migrante – qui est la catégorie sociale la moins bien payée des États-Unis (moins de 10 000 dollars par an) –, les grandes exploitations fruitières salariés des pays d'Amérique latine, les très petites exploitations pauvres de certains de ces pays ou d'Asie, et les exploitations françaises qui peuvent avoir recours à des salariés, des saisonniers (migrants ou non), mais dont la taille est beaucoup moins importante. De même, on retrouve peu de salariés dans les exploitations françaises d'élevages ovins, ces élevages sont de petite dimension comparativement au Royaume-Uni ou à l'Australie, etc.
- Enfin, pour les deux études de cas, bien qu'il y ait eu des travaux à l'étranger, ceux-ci demeurent partiels. Ils n'étudient que certaines situations, certaines molécules, certaines questions ou problèmes et ce dans un contexte qui n'est pas nécessairement similaire à la situation française. Les résultats des revues bibliographiques menées dans les deux études de cas montrent que d'autres situations ou problèmes, peu ou pas traités par la

littérature existante sur la situation française, mériteraient d'être étudiées de manière plus approfondie : l'exposition des personnes travaillant dans les vergers pendant les traitements, certaines tâches de réentrée peu ou pas étudiées, l'augmentation éventuelle des expositions causées par des traitements visant à assurer l'esthétique des fruits, les tâches de conditionnement notamment après des traitements après récolte, l'utilisation de biocides pour traiter les bâtiments d'élevage, les expositions associées à la tonte des ovins, la façon dont les acteurs des différentes filières peuvent s'approprier des principes d'évaluation des risques, de prévention, etc.

4.3.3 L'intérêt des revues de littérature internationale

Bien que les revues de littérature internationale ciblées n'aient finalement apporté que peu de résultats directement extrapolables pour éclairer les situations françaises actuelles, elles se sont révélées d'une grande utilité et ce, pour plusieurs raisons.

Premièrement, elles ont confirmé que la réentrée en arboriculture et l'utilisation d'antiparasitaires externes en élevage ovin peuvent conduire à des expositions significatives. Ainsi, la revue de littérature en expologie pour la réentrée souligne, par exemple, pour les molécules étudiées, la contribution de l'exposition cutanée (plus importante que l'inhalation) à l'exposition totale, et notamment celle des mains (environ 70 %). Par ailleurs, elle confirme que, de façon générale, les tâches de réentrée pouvaient générer des expositions aussi, voire plus importantes, que celles des tâches de traitement. La revue de littérature sur l'utilisation d'antiparasitaires externes en élevage ovin, a montré l'existence d'études des tâches exposantes. Les revues de littérature SHS ont par ailleurs permis d'établir que, dans certains pays, l'exposition professionnelle aux pesticides a donné lieu à la production de réglementations spécifiques et de politiques publiques, pouvant être plus exigeantes que les réglementations et politiques publiques en vigueur en France. Elles ont aussi montré l'existence de travaux interrogeant les pratiques de travail, la perception des risques, les possibilités de protéger. L'ensemble de ces travaux et leurs résultats justifient que l'on examine aussi les situations françaises.

Deuxièmement, ces revues de littérature, notamment grâce aux regards croisés de plusieurs disciplines, suggèrent les raisons pour lesquelles certaines questions ont été traitées à certains moments et dans certaines aires géographiques alors qu'elles ont été absentes ailleurs. De ce point de vue, un élément est l'importance des mobilisations sociales pour rendre visibles certains problèmes, qui peuvent alors attirer l'attention de scientifiques et obliger les pouvoirs publics et les acteurs concernés à mener des actions. Ces mobilisations sociales se sont le plus souvent produites dans des contextes où travaillent en grand nombre des salariés organisés collectivement et/ou soutenus par des ONG (aux États-Unis et en Amérique latine). Des mobilisations impliquant des personnes non salariées sont quasi inexistantes – en dehors de certaines mobilisations au Royaume-Uni, sur l'exposition des personnes travaillant en élevage ovin, avant tout portées par des parlementaires et par des organisations qui défendent les victimes des organophosphorés dans leur ensemble (notamment les soldats). Corrélativement, les pics de productions de travaux en expologie/épidémiologie peuvent correspondre à des périodes de prise en charge par les autorités publiques de ces questions qui mettent à disposition les moyens financiers nécessaires aux travaux. On peut ainsi faire l'hypothèse que le peu de connaissances disponibles en France sur l'exposition aux pesticides des personnes travaillant en agriculture résulte en partie du fait que la France n'a, jusqu'à une période récente, pas connue de mobilisation suffisamment importante pour susciter de l'action publique – conduisant entre autres à soutenir la production significative de connaissances.

Troisièmement, ces revues de littérature et leur mise en perspective dans le cadre des travaux réalisés dans les études de cas conduisent à la formulation de questions et d'hypothèses pour orienter et construire des recherches pertinentes, à une meilleure compréhension de certains déterminants potentiels de l'exposition et à la proposition de leviers d'action. Les synthèses des études de cas, mais aussi la partie de ce volume relative aux déterminants et celle sur les

recommandations, détaillent ou reprennent ces points. Certains de ceux-ci, particulièrement éclairants, méritent d'être soulignés.

Pour ce qui concerne la recherche, les revues de littérature donnent des indications sur les recherches qui pourraient être entreprises en France. Pour la réentrée en arboriculture, la revue de littérature en expologie met en lumière l'importance de considérer d'autres déterminants que les résidus foliaires délogeables et leur dissipation dans le temps dans la compréhension et l'évaluation de l'exposition cutanée – la plus conséquente en situation de réentrée. Ainsi, certains déterminants tels que les conditions météorologiques, les conditions d'application de la substance, la nature précise de la tâche et ses modalités de mise en œuvre ou l'intensité du travail réalisé, pourraient être étudiés plus en détail dans le cadre d'éventuels travaux en France. Elle souligne aussi qu'un nombre limité de cultures et de molécules a jusqu'à présent focalisé l'attention. De nouvelles molécules très utilisées, notamment certains fongicides, pourraient ainsi faire l'objet de travaux. De même, l'étude de cas ovins dans son ensemble met en évidence la quasi-absence de connaissances sur l'exposition à des produits autres que les organophosphorés et pour des tâches autres que les bains même si quelques rares travaux pointent d'autres tâches potentiellement exposantes. La connaissance de l'ensemble de ces éléments mériterait d'être approfondie.

Les revues de littérature en SHS pointent certains déterminants, peu ou pas envisagés par la littérature en expologie, qui pourraient constituer des objets de recherche. Certains de ceux-ci méritent d'être soulignés. Les réglementations publiques et plus généralement les politiques publiques apparaissent comme des déterminants de l'exposition dans le sens où elles contribuent à rendre visibles ou invisibles certaines situations d'expositions et à fournir ou non des moyens pour les diminuer. Par ailleurs, les informations émanant des revues de littérature posent aussi la question de la mise en œuvre effective des réglementations et politiques publiques, soulignant que cette mise en œuvre est souvent partielle voire impossible. Cette situation est particulièrement observée chez des groupes très vulnérables, les migrants, les femmes, les enfants et adolescents suivant les situations. Nous ne possédons que peu de travaux en France¹⁸ sur les réglementations visant à limiter les expositions en milieu professionnel agricole, sur leur mise en œuvre et leur effectivité. Il y a là certainement un travail d'ampleur à mener dans ce domaine, dans la mesure où plusieurs droits sont concernés et qu'évaluer leur mise en œuvre dans différents secteurs et pour différentes populations (exploitants, salariés agricoles, migrants, saisonniers, salariés d'entreprise de traitement) nécessite des enquêtes pluridisciplinaires conséquentes (croisant économie, anthropologie, sociologie, sciences politiques et droit). Corrélativement, certains travaux pointent l'importance des standards privés (cahiers des charges, labels, normes sanitaires et environnementales privées...) qui, dans certaines situations, semblent contribuer à augmenter la protection et, dans d'autres, à la diminuer tout en aggravant des situations de précarité et d'inégalité de traitement. Alors même que ces standards privés, qui prennent des formes très différentes, sont structurants dans une partie non négligeable de l'agriculture française, nous ne possédons pas d'études qui les interrogent spécifiquement sous l'angle de la santé au travail. Enfin, les travaux sur l'Amérique latine repérés dans la revue de littérature sur la réentrée en arboriculture¹⁹, notamment sur la culture de la banane, invitent à engager des travaux spécifiques en SHS sur les déterminants sociaux, économiques et politiques de l'exposition dans les DROM COM.

Pour ce qui concerne les leviers d'action possibles qui pourraient permettre de limiter l'exposition, les revues de littérature étrangères réalisées pointent avant tout les réglementations

¹⁸ Les travaux de Décosse sur les travailleurs OMI sont une exception.

¹⁹ Il est à noter qu'il existe une littérature importante en SHS sur différents pays d'Amérique latine qui explorent les questions de pesticides et santé, dont une part non négligeable adresse des problématiques de santé au travail.

qui pourraient être améliorées ou renforcées. La revue de littérature sur la réentrée en arboriculture met en évidence l'existence d'obligations plus conséquentes aux États-Unis qu'en France : types informations obligatoires pour les ouvriers travaillant dans des champs et vergers traités des produits qui ont été utilisés, obligation pour l'employeur de leur donner une formation sur les mesures de protection à adopter pour limiter l'exposition par exemple. Il en est de même pour l'utilisation d'antiparasitaires externes en élevage ovin au Royaume-Uni, pays qui demande que les applicateurs disposent d'un « *Certificate of Competence in the Safe Use of Sheep Dips* ». Corrélativement, au vu des importantes difficultés rencontrées dans d'autres pays dans la mise en œuvre des réglementations existantes visant à la protection des personnes travaillant en agriculture, il semble nécessaire de développer des politiques favorisant cette mise en œuvre, particulièrement pour les populations les plus vulnérables. Par ailleurs, au vu de leur importance et de l'influence possible de leur contenu sur l'exposition, les standards privés devraient faire l'objet de politiques publiques afin qu'ils favorisent la protection de la santé des personnes travaillant en agriculture. Enfin, les revues de littérature conduisent à s'interroger sur certaines pratiques mises en œuvre lors de la procédure de délivrance d'AMM. Ainsi lorsqu'aucune donnée précise de résidus délogeables n'est disponible, une valeur par défaut de 3 µg/cm² est généralement utilisée. La revue de littérature en expologie pour la réentrée en arboriculture indique que cette valeur est dépassée dans cinq des études que nous avons revues, la valeur maximale étant observée était de 7,2 µg/cm² (résidus foliaires au cours de la 3^e semaine après traitement). Cette observation soulève la question des procédures d'évaluation des risques dans le cadre de l'homologation des produits phytopharmaceutiques et des possibilités d'amélioration de ces procédures avec un objectif de meilleure protection des personnes travaillant en agriculture. De même, la revue de littérature en expologie pour l'utilisation des antiparasitaires externes met en évidence le peu de données de terrain disponibles et l'existence d'un seul modèle, produit en Australie, pour l'évaluation des risques pour les personnes exposées aux résidus de pesticides. Là encore ce constat invite à interroger, et éventuellement à améliorer, les outils dont disposent les experts évaluant l'exposition des personnes travaillant en élevage dans le cadre de la délivrance d'AMM.

4.3.4 Aller au-delà des apparences

Pour finir, le GT voudrait souligner que les deux études de cas invitent à la prudence dans tout travail d'extrapolation. Dans tout un ensemble de situations, le travail d'extrapolation peut être nécessaire et utile. Cependant, pour qu'il ne conduise pas à des simplifications trop importantes, à des représentations erronées de la réalité, et éventuellement à des décisions qui pourraient rendre invisibles ou favoriser des expositions, il est nécessaire que ce travail d'extrapolation ne soit fait qu'après s'être assuré que les données disponibles sont suffisantes et représentatives des situations auxquelles on souhaite étendre les constats. Cette remarque vaut particulièrement pour les extrapolations réalisées dans le cadre de dispositifs visant à informer ou mettre en œuvre des politiques publiques. Par exemple, l'étude de cas sur la réentrée en arboriculture conclut qu'il existe peu de données d'expologie dans la littérature scientifique. Ainsi, le déterminant principalement documenté est celui des résidus foliaires délogeables, et leur dissipation dans le temps et de nombreuses tâches de réentrée n'ont pas été observées. On peut légitimement s'interroger sur la pertinence de l'extrapolation des données existantes, notamment dans le processus d'homologation, face à la multitude des situations potentielles. Les investigations conduites dans ces études invitent enfin à la prudence vis-à-vis de certaines pratiques (comme la construction de généralités à partir des dires d'un petit nombre d'experts et/ou d'un nombre limité d'observations ou le non-examen attentif d'idées reçues qui circulent et qui peuvent de prime abord apparaître comme logiques) qui rendent invisibles certaines expositions, certains de leurs déterminants ou des éléments nécessaires à l'estimation de leur importance. Nos investigations ont ainsi mis en évidence des lacunes, parfois importantes, dans les travaux ou les prescriptions existantes ou des erreurs (par exemple sur les périmètres des populations concernées, sur les tâches exposantes, sur les protections effectivement apportées par les équipements de protection).

4.4 Conclusion

Bien que les travaux menés en France semblent de première importance pour apprécier l'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture française, force est de constater que la grande majorité des études disponibles sur le sujet a été générée aux États-Unis et dans une moindre mesure, dans quelques pays européens. La recherche des études épidémiologiques, métrologiques et ergonomiques disponibles à l'échelle internationale, réalisée à l'aide des bases de données Pubmed et Scopus, démontre que les algorithmes sont difficiles à concevoir et qu'ils peuvent conduire à l'identification d'un grand nombre de documents, dont tous ne sont pas pertinents. Ceci pose la question des moyens à mettre en œuvre pour réaliser ces revues et, le cas échéant, des activités de veille qui permettraient d'assurer la mise à jour des connaissances.

Dans le domaine spécifique de l'épidémiologie, une approche exploratoire par analyse de résumés pour la littérature internationale, et s'appuyant sur des éléments issus de deux travaux d'expertise collective (INSERM, 2013; Ntzani *et al.*, 2013), a été réalisée pour identifier les principales approches mises en œuvre en matière d'estimation de l'exposition aux pesticides à l'échelon international. En parcourant les résumés de la littérature internationale sur le sujet, il semble que les limites existant dans la littérature en France soient également présentes dans d'autres contextes. En effet, l'objectif premier des études épidémiologiques, quel que soit le pays, est de parvenir à classer au mieux les personnes comme « exposées » ou « non exposées » pour déterminer des risques de maladie. Cette démarche vis-à-vis de l'exposition, même rudimentaire, a effectivement pu suffire pour mettre en évidence des effets de santé. En revanche, pour une recherche de relation dose-effet et la mise en évidence du rôle de substances spécifiques, les études doivent mettre en œuvre des approches plus élaborées. Il apparaît à la lecture des résumés que ces approches n'ont pas nécessairement été les mêmes en fonction des pays, des populations concernées ou encore des effets de santé regardés, sans que l'une ou l'autre de ces approches puisse aujourd'hui être considérée comme une « référence » ou « gold standard ». Ainsi il semble important que les méthodes proposées en France ou à l'étranger pour mesurer les expositions dans les études épidémiologiques puissent être comparées et confrontées. Ces deux expertises ont permis d'identifier plusieurs limites, souvent méthodologiques, pouvant avoir un impact sur la faisabilité de l'extrapolation depuis des données portant sur d'autres pays que la France. Par exemple, les cohortes historiques répertoriées dans l'expertise Inserm n'étaient pas toujours en mesure de distinguer les utilisateurs réels des non utilisateurs, et ne disposaient généralement de données ni sur la nature des pesticides et leurs circonstances d'utilisation ni sur les habitudes de vie ou d'autres facteurs de confusion potentiels. Les cohortes cas-témoins et prospectives soulevaient quant à elles de grandes variabilités dans les outils d'évaluation et des imprécisions sur de nombreuses variables en lien avec la description des activités. D'autres limites en lien avec la période prise en compte par l'ESFA ou en termes de pathologies exclues par l'Inserm, ont justifié une recherche exploratoire afin d'envisager l'extrapolation des constats établis sur la revue de la littérature épidémiologique réalisée en France à la littérature internationale.

Une recherche exploratoire a aussi été menée afin de discuter l'extrapolation de la revue de la littérature métrologique réalisée sur la France à la littérature internationale. Les informations générées ont permis de faire certains constats. Par exemple, un nombre limité d'articles rapporte des données d'exposition originales et peu d'entre eux documentent les déterminants de l'exposition. Certaines filières agricoles paraissent moins documentées que d'autres. Les données existantes concernent majoritairement l'exposition des opérateurs lors des activités de traitement et on retrouve peu de descriptions exhaustives des déterminants des expositions et d'analyses critiques de ces déterminants.

Si plusieurs enseignements utiles peuvent être tirés des études de cas, il demeure que, pour l'ensemble, la question de l'extrapolation des informations tirées de la littérature internationale à la situation française requiert une grande prudence. D'une part, les spécificités des situations de travail et des pratiques d'utilisation des pesticides ainsi que les contextes économiques et sociaux politiques sont généralement très variés et différents de part et d'autre. D'autre part, le nombre

plutôt limité d'études pour certaines situations ou problématiques spécifiques et les incertitudes associées limitent la capacité d'étendre la plupart des conclusions. Cependant, l'analyse des difficultés que posent l'extrapolation des travaux réalisés dans certains espaces géographiques, à certaines époques, et pour certains cultures à d'autres espaces, d'autres périodes ou d'autres cultures, aide à préciser les limites des connaissances disponibles et permet de proposer des pistes d'action pour la recherche dans le contexte de la France. Les études de cas confirment ainsi la nécessité de produire davantage de connaissances sur les expositions professionnelles aux pesticides en agriculture, en situation réelle, dans le contexte français.

5 Les déterminants de l'exposition

Si la caractérisation et la mesure des expositions permettent d'étayer l'évaluation des risques et de juger de l'efficacité des actions de prévention, en revanche, pour concevoir une politique de prévention, il faut disposer d'informations sur les causes qui conduisent à l'exposition. C'est dans cet objectif que l'autosaisine invitait explicitement à considérer les « macro » et « micro » déterminants des expositions.

L'expertise des membres du GT et les informations recueillies au moyen des revues de littérature, des études de cas et des auditions conduisent à faire ressortir trois conclusions principales : (i) les expositions résultent de schémas de causalités complexes où s'enchaînent et se combinent des déterminants de différentes natures étudiés par un vaste éventail de disciplines dont toutes ne sont pas représentées dans le GT ; (ii) par commodité, l'analyse des causes des expositions se focalise souvent sur la dernière cause, la plus immédiate, le geste qui provoque l'exposition, reportant sur la personne exposée et son comportement, la responsabilité finale de l'exposition et la charge de s'en prémunir (par la formation, par le port d'équipements individuels de protection, etc.), (iii) une telle approche ne peut que limiter considérablement les leviers d'action envisageables pour réduire les expositions.

5.1 Des déterminants de différentes natures

La construction d'un arbre de causalité permettant de relier toutes les causes qui *in fine* conduisent à l'exposition des personnes travaillant dans les exploitations agricoles n'a pas forcément de sens compte tenu du niveau d'information actuellement disponible sur les expositions en France. Par ailleurs, les causes peuvent se hiérarchiser de façons extrêmement différentes selon les situations. Ainsi la distinction entre « macro-déterminants » (caractéristiques de marché) et « micro-déterminants » (pratiques, organisation du travail) proposée par l'autosaisine n'est pas toujours pertinente. Dans cette perspective, la pluviométrie est par exemple à la fois un macro-déterminant qui va influencer la dynamique des populations de ravageurs, et un micro-déterminant qui, dans un champ donné, va déterminer le niveau de résidus sur la végétation d'un produit après traitement (et donc de résidu foliaire délogeable). C'est en choisissant délibérément de traiter du régime des précipitations comme un micro-déterminant, dont on peut tenir compte à l'échelle de l'exploitation, que des travaux proposent des procédures pour ajuster les délais de réentrée au cas par cas (Lichtenberg *et al.*, 1993). Partir d'une hiérarchisation *a priori* des déterminants n'est donc pas forcément le meilleur moyen d'ouvrir la réflexion.

C'est pourquoi dans un premier temps nous avons recensé, sans les hiérarchiser, les déterminants des expositions que nous avons identifiés dans la littérature que nous avons retenue pour l'expertise, ainsi que dans les discussions que nous avons eues au sein du GT et lors des auditions de personnes extérieures. Dans les deux derniers cas, nous avons mis en relation les déterminants identifiés avec la littérature scientifique — mais certains articles peuvent avoir été analysés lors de travaux personnels des experts et n'ont pas été nécessairement repris dans les revues de littérature réalisées dans le cadre de cette expertise.

Il n'était pas dans les attributions du GT de proposer des modèles de causalité pour organiser cette information. Pour autant il nous a paru utile de restituer les résultats de ce premier recensement, même s'il est incomplet et même si les déterminants identifiés apparaissent parfois hétéroclites, pour qu'un travail ultérieur puisse bénéficier de ces acquis. Les types de sources dont proviennent ces informations sont précisés en distinguant les articles retenus dans la revue de la littérature sur la France (R), les articles scientifiques identifiés par ailleurs (y compris pour d'autres pays) (L) et les dires d'experts du GT ou extérieurs, recueillis lors des auditions ou des travaux des CRD associée au GT (E).

5.2 Diversité des populations exposées

Une première catégorie de déterminants considérée dans la littérature est relative aux caractéristiques des populations exposées et aux circonstances spécifiques d'exposition qui peuvent en résulter. Sont considérées tant les caractéristiques physiques (âge, sexe, état de santé) que socio-économiques des personnes.

Il est ainsi noté :

- que la variabilité individuelle peut influencer sur le niveau d'exposition mais aussi que la perception et le comportement vis-à-vis des risques peuvent être très différents suivant le genre ou l'âge (enfants et adolescents notamment) (Barraza *et al.*, 2011; Nicourt et Girault, 2009). (R, L, E)
- que les temps d'exposition peuvent être très variables pour les mêmes produits suivant le type d'emploi : par exemple les salariés d'entreprises de traitements spécialisées (par exemple assurant des traitements phytosanitaires, des traitements après récolte, ou encore des traitements des bâtiments d'élevage) risquent d'être exposés de manière récurrente à un nombre limité de produits bien au-delà des 20 jours considérés dans l'homologation, durée moyenne établie pour des exploitants ou des salariés agricoles. (L, E)
- que l'accès à l'information sur la dangerosité des produits et sur les mesures à prendre pour s'en protéger, ainsi que les possibilités pour mettre en œuvre des stratégies de protection et de diminution des risques d'exposition peuvent différer fortement suivant le statut socio-économique des personnes considérées (travailleurs migrants, saisonniers, salariés d'entreprises de services, aidants familiaux, en intégration etc.) (Décosse, 2011; Farquhar *et al.*, 2009; Quandt *et al.*, 1998; Snipes *et al.*, 2009). (R L)

5.3 Production, capitalisation, accessibilité des informations pour évaluer les risques et planifier la prévention

Même si la prise de conscience de l'existence d'un danger n'est pas toujours suffisante pour améliorer la protection, l'absence d'information sur les expositions et/ou la méconnaissance de leurs effets potentiels jouent un rôle important dans la prise de décision, individuelle ou collective, concernant l'opportunité d'entrer dans une logique de prévention des risques (Arcury *et al.*, 2002).

Pour cette raison :

- l'efficacité des dispositifs de formation initiale et de formation au cours de la vie professionnelle des personnes travaillant dans les exploitations, y compris pour les conseillers et les autres intervenants dans le secteur, est souvent considérée comme un élément important pour la prévention des risques ; (L, E)
- l'accès à l'information sur la dangerosité des produits (y compris étiquetage, FDS et RCP)²⁰ et sur les possibilités d'exposition et de mise en œuvre de stratégies de prévention, apparaît comme un déterminant de l'exposition. (L, E)

L'accès à l'information sur les expositions et leur effets potentiels ne concerne pas seulement les personnes travaillant en agriculture et potentiellement exposées mais aussi l'ensemble des acteurs de l'évaluation et de la gestion des risques liés aux pesticides. Le GT lui-même a expérimenté des difficultés parfois importantes d'accès à des informations nécessaires à son travail. Ainsi la

²⁰ Dans le cadre de l'étude de cas ovins, nous avons cherché à obtenir des informations pertinentes et cohérentes sur la dangerosité des produits et les manières de se protéger des expositions. Cette tâche s'est révélée extrêmement ardue et, alors même que nous sommes « experts », et avec toutes nos ressources, nous n'avons pas été en mesure d'obtenir des informations cohérentes.

difficulté d'accès à des informations pouvant permettre la production de connaissances sur les expositions, l'éparpillement des connaissances existantes sur l'exposition et l'absence de dispositifs de centralisation et de capitalisation, de même que le caractère très parcellaire des dispositifs de circulation des informations sur les expositions peuvent conduire à des mauvaises appréciations des risques encourus et au maintien d'angles morts importants sur certains risques d'exposition dans les milieux en charge de l'évaluation et de la gestion des risques, ainsi qu'auprès des acteurs de la prévention (existants ou possibles). (L)

Ces défauts de production, de capitalisation et d'accessibilité des informations sur les expositions et leurs effets potentiels affectent aussi le conseil. Que l'on considère le conseil en santé-travail, destiné à la prévention des risques, ou le conseil technique, la littérature comme les auditions, font ressortir l'importance des dispositifs fournissant aux conseillers des informations sous des formes adéquates à leur pratique et leur permettant d'appuyer leurs interventions sur les meilleures connaissances disponibles, dispositifs classiquement désignés sous l'appellation « back-office ». (L, E). Le travail de *back office* qui se déroule hors de la présence des bénéficiaires du conseil, entre deux contacts, comprend en effet des activités telles que l'accumulation de références techniques, la veille scientifique et technologique, la construction et l'utilisation de bases de données parfois en collaboration avec des instituts de recherche, l'expérimentation et la construction de solutions contextualisées. La nature des investissements en *back office* et la propriété des bases de connaissances qui sont ainsi constituées constituent un enjeu majeur du conseil.

Le degré d'indépendance de la source des référentiels scientifiques et techniques qui appuient le conseil et la formation (Ansaloni et Smith, 2014) est également considéré comme un déterminant de la qualité et du contenu du conseil ; cette préoccupation se superpose à la question des conflits d'intérêt auxquels peut entraîner un conseil non indépendant, c'est-à-dire fourni par des personnes employées par des entreprises ayant un intérêt à la vente de pesticides (vendeurs de pesticides, de semences, de matériel d'application, d'EPI, entreprises ayant un intérêt économique à une production ayant des qualités liées à l'usage de pesticides [régularité des volumes, apparence des produits, etc.]) et conduisant à privilégier les solutions les plus consommatrices de pesticides. (R, L, E)

5.4 Conception des systèmes de production agricole

Les systèmes de production agricole peuvent être plus ou moins exposants. Leur conception est donc essentielle pour limiter les risques d'exposition. Les facteurs qui guident les choix techniques, et déterminent le rôle accordé aux pesticides dans la conception de ces systèmes, sont extrêmement variés et nombreux (Aubertot *et al.*, 2005). Ces choix sont bien sûr dépendants des types de cultures/élevages qu'il est possible de mettre en œuvre compte tenu des conditions de milieu et des débouchés économiques existants. Ils sont également déterminés par les risques sanitaires encourus par les productions (dynamiques des populations de ravageurs), risques eux-mêmes hautement dépendants des conditions environnementales. (L, E)

Cependant, des controverses traversent la littérature et le débat politique sur la façon dont ces déterminants doivent être pris en compte, sur le fait qu'il est possible ou non d'avoir prise sur eux : les conditions de mise sur le marché sont-elles des données auxquelles il faut seulement s'adapter ou doivent-elles faire l'objet de mesures particulières ? Les dynamiques des populations de ravageurs sont-elles, elles aussi, des événements auxquels il faut s'adapter ou bien des objets d'intervention (*cf.* section 6.1) ? (L, E)

Lorsque ces objets sont considérés comme pouvant faire l'objet d'interventions particulières, plusieurs facteurs sont mis en avant :

- Pour l'organisation des marchés, l'analyse des cahiers des charges et des diverses normes privées qui organisent les rapports entre les producteurs et l'aval (le plus souvent pour garantir des qualités des produits) montre comment ils peuvent impliquer des modalités d'utilisation des pesticides qui ne sont pas nécessairement compatibles avec des stratégies

protectrices en matière d'exposition. Ainsi, par exemple, les caractéristiques attendues des productions, souvent fixées par des cahiers des charges assez stricts, peuvent contraindre les producteurs à réaliser certains traitements : les exigences en matière cosmétique du produit (taille, couleur, absence de traces, etc.) peuvent conduire à l'utilisation de produits supplémentaires ; l'exigence de la diminution de la périssabilité à des traitements après récolte également ; etc. (L, E)

- L'analyse des cahiers des charges montre ainsi qu'ils peuvent aussi imposer l'utilisation d'outils d'aide à la décision pour lutter contre les ravageurs dans une optique défensive plutôt que de viser à faire évoluer les systèmes de production de façon à limiter le développement de ces populations dans une optique préventive (et économe en pesticides). Bien que ces outils aient été développés pour informer les exploitants, les cahiers des charges peuvent imposer des traitements préventifs à la moindre alerte qu'ils peuvent produire. (L, E)
- Les modèles embarqués dans divers instruments fondés sur les NTIC (logiciels d'aide à la décision, dispositifs de l'agriculture de précision...) pour les agriculteurs et les conseillers, sont également objets de débats quant à l'impact (positif ou négatif) qu'ils peuvent avoir sur le niveau d'utilisation des pesticides. (L)

Ainsi, la conception et l'adoption de systèmes de production moins exposants ne peuvent pas toujours être envisagés sans un repositionnement socio-économique plus ou moins important de l'exploitation (Aubertot *et al.*, 2005).

Les débats (R, L, E) font également ressortir que les déterminants des risques ne doivent pas être analysés de la même façon selon qu'il s'agit de prévenir des risques d'exposition des personnes travaillant dans les exploitations, des risques environnementaux ou des risques associés à la présence de résidus de pesticides dans les aliments :

- ainsi l'exigence d'absence de résidus détectables ou de respect des LMR ne conduit pas nécessairement à la diminution des traitements mais plutôt à des stratégies de contournement de ces exigences qui passent par l'utilisation de produits phytopharmaceutiques « non détectables » ou une diversification des substances utilisées (Bonnaud *et al.*, 2012).
- de même, comme cela sera développé dans le chapitre suivant (section 6.1), les objectifs de protection environnementale peuvent conduire à mettre en œuvre des stratégies d'efficacité ou de substitution de produits qui, si elles ne sont pas raisonnées de façon globale, peuvent conduire à augmenter les expositions professionnelles.

5.5 Moyens de prévention prescrits, matériel agricole, EPI, bonnes pratiques

L'amélioration du matériel agricole, le recours aux EPI et à des « bonnes pratiques » génériques sont les moyens de protection les plus souvent prescrits. Ils peuvent apparaître comme des solutions pouvant diminuer l'exposition sans avoir à traiter les questions des multiples dépendances socio-économiques et techniques qui déterminent les quantités de pesticides utilisées. Ces solutions visent à diminuer voire à supprimer le contact entre les produits et les hommes en constituant un « écran » entre le produit et l'homme (Décosse, 2013; Mohammed-Brahim et Garrigou, 2009). Des préconisations sur les pratiques portent sur des aspects très divers dont chacun est considéré comme pouvant contribuer à déterminer le niveau d'exposition final : le type de matériels à utiliser (conception de bidons et de pulvérisateurs, de cabines de tracteurs), le port de certains EPI, l'hygiène, les moments du traitement (ne pas traiter quand il y a du vent), le stockage des produits portent aussi cet objectif de limitation des expositions. (R, L, E)

Cependant, ces solutions ne sont pas toujours efficaces, adaptées ou réalistes.

Les travaux et débats portent principalement :

- sur l'efficacité des différents équipements et des préconisations (EPI, matériel de pulvérisation...) et leur aptitude à effectivement réduire le niveau des expositions professionnelles aux pesticides dans les conditions du terrain. Des travaux montrent, par exemple que les cabines les plus performantes ne protègent pas des particules fines ; d'autres que, dans certaines conditions, on peut être plus contaminé en portant des EPI qu'en n'en portant pas (Garrigou et Baldi, 2007). (R, L, E)
- sur les raisons de la non-mise en œuvre de ces préconisations dans un grand nombre de situations, divers registres de causalité sont explorés (perception des risques, inadéquation des préconisations aux conditions de la pratique, coût excessif des équipements...). (R, L, E)

Lorsque l'analyse des déterminants se cantonne à ce dernier niveau d'observation, elle tend à faire peser sur l'individu l'entière responsabilité de son exposition et ce alors même que, comme explicité dans le point précédent, il n'est que partiellement décisionnaire des itinéraires techniques et des modalités de réalisation de son travail et/ou qu'il ne dispose pas des marges de manœuvre et des ressources techniques, sociales et financières pour les concevoir et les mettre en œuvre. (L, E)

5.6 Politiques publiques

Une autre catégorie de déterminants considérée, principalement dans les approches en sciences sociales, est relative aux modalités d'élaboration des politiques publiques, aux choix technologiques qu'elles soutiennent, aux rôles respectifs attribués à l'État et aux représentants d'intérêts économiques privés dans les dispositifs institutionnels en charge de l'élaboration des normes, de la réglementation, des actions de prévention et de conseil.

Dans la littérature sur la France, comme pour d'autres pays, des travaux ont analysé la façon dont, au-delà de la rhétorique des discours, les actions concrètes soutenues par les politiques agricoles et alimentaires peuvent choisir d'encourager des modes d'organisations socio-économiques et des choix techniques, qui impliquent des consommations plus ou moins importantes de pesticides, des usages plus ou moins fréquents de ces produits et qui laissent plus ou moins de marges de manœuvre pour l'adoption de mesures préventives efficaces²¹. Ainsi, la focalisation sur la standardisation des produits, la réduction des contraintes imposées par la saisonnalité par les filières, l'insistance actuelle sur le « sans-labour » (Landel, 2015), sont autant de choix qui peuvent s'accompagner d'augmentations significatives d'utilisation de pesticides, à la fois en quantité et en fréquence, et sur lesquels les politiques publiques peuvent décider d'agir, ou pas. (L, E)

Les analyses rapportent comment les politiques en matière d'évaluation et de gestion des risques peuvent agir de plusieurs manières sur les contraintes et les moyens en jeu (humains, financiers, institutionnels, légaux, etc.) dans les actions visant à réduire les expositions professionnelles aux pesticides en agriculture, notamment :

- par la façon dont elles permettent ou non l'objectivation des dangers et des risques, dont elles favorisent la production, la capitalisation et l'accessibilité à tous les acteurs concernés de connaissances et d'informations sur les expositions et les moyens de les prévenir ; (L, E)
- par les moyens mobilisés pour mettre en œuvre des dispositifs de prévention efficaces et garantir la pertinence et l'efficacité de la réglementation existante au regard des objectifs

²¹ cf. par exemple tous les travaux sur le rôle des agences aux États-Unis (Majone G (1997) From the Positive to the Regulatory State: Causes and Consequences of Changes in the Mode of Governance. *Journal of Public Policy* 17(2), 139-167.) et en Europe (Levidow L, Marris C (2001) Science and Governance in Europe: lessons from the case of agricultural biotechnology. *Science and Public Policy* 28(5), 345-360.)

de santé publique. Ceci concerne à la fois les dispositifs d'homologation et d'autorisations de mise sur le marché des produits et des équipements (cf. section 6.2), la façon dont sont mis en cohérence divers droits et réglementations (relatifs à la prévention, au droit du travail, au conseil, à la production, à l'environnement, etc.) entre eux, mais aussi la façon dont est vérifiée la cohérence de prescriptions réglementaires ou commerciales avec les conditions de la pratique (par exemple concernant les EPI) ; (R, L, E)

- par l'analyse des coûts de santé liés aux activités professionnelles ; (L)
- par les moyens mis en œuvre pour faire respecter ces droits, exercer des contrôles et prendre des sanctions. (L)

Nombre de publications rapportent aussi le rôle fondamental que jouent les mobilisations sociales (notamment des salariés agricoles)²² pour faire évoluer et respecter la réglementation.

5.7 Importance de l'histoire

Les expositions sont dépendantes de dispositifs contraignants qui se sont construits dans le temps et qui peuvent être difficilement réversibles ou réorientés de manière conséquente. Les sciences de gestion, l'économie et la sociologie des techniques et de l'innovation ont montré l'importance des phénomènes de « dépendance du sentier » et de « verrouillages technologiques » propres à chaque système technico-socio-économique. Les inerties sont à la fois cognitives, institutionnelles et matérielles. Ainsi, de nombreuses publications décrivent les mécanismes par lesquels, sur des périodes plus ou moins longues, les techniques de lutte chimique se sont inscrites profondément dans les itinéraires techniques, les compétences des différents acteurs, les systèmes de norme, de réglementation, conduisant à une façon dominante de penser la production et le sens du progrès technique qui parfois est perçue comme la seule possible (Aujas *et al.*, 2011; Landel, 2015; Vanloqueren et Baret, 2008). (R, L, E)

La littérature fait ressortir deux autres niveaux au moins où intervient la dimension historique.

Le premier est réglementaire. Les réglementations actuelles sur les pesticides sont nombreuses, relèvent de différents droits, et se sont construites par empilement et juxtaposition, plus que par remplacement, depuis 1916. Ces empilements et juxtapositions ont trois conséquences au moins. Ils conduisent à une grande méconnaissance des réglementations, puisqu'il est difficile même pour des juristes²³ de maîtriser ces droits. Ils peuvent engendrer des contradictions et des angles morts d'autant plus difficiles à déceler que ces droits sont difficilement maîtrisables. Ces complexités juridiques construites dans le temps long peuvent avoir pour effet de rendre les réglementations difficilement applicables et plus ou moins inopérantes. (L)

Le second est la longue invisibilité historique (Jas, 2007; Jas, 2008; Jas, 2010; Jouzel et Dedieu, 2013; Murphy-Greene et Leip, 2002) en France de la question de l'exposition des personnes travaillant en agriculture et l'absence sur un temps long de bases de données d'informations nécessaires à l'objectivation des expositions et des effets potentiels associés. Cette invisibilité

²² Voir les revues de la littérature en science sociales réalisées pour les études de cas « ovins » et « réentrée en arboriculture ».

²³ Le GT ne dispose pas des compétences en matière juridique. Actuellement, il y a plusieurs programmes de recherche en cours portés par des juristes dont l'objectif est précisément de commencer à défaire les écheveaux de réglementations portant sur les pesticides et éclairer les contradictions, les angles morts et les complémentarités qu'ils portent. *Alterphyto : Approche juridique des protections alternatives contre les ennemis des cultures, 2013-2016*, MEDDTL et MAAPRAT, géré par Philippe Billet, Université de Lyon III et projet *BIOREG : Réglementer les nouvelles formes d'atteinte à l'environnement et à la santé : le cas des pesticides, produits chimiques et ondes électromagnétiques en France et en Allemagne*, coordonnée par Elisabeth Lambert Abdelgawad, Université de Strasbourg (soutien du CIERA).

historique a aussi des effets sur l'objectivation des expositions actuelles à la fois parce qu'elle a créé des manières de penser et d'agir chez les acteurs du monde agricole qui occultent de nombreuses sources d'exposition mais aussi parce que les expositions actuelles d'une personne s'ajoutent à de nombreuses expositions passées qui restent inconnues et difficiles à reconstruire. (L)

5.8 Conclusion

La liste des déterminants des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture, sans être exhaustive, est donc longue. Il faut toutefois souligner que bien souvent le niveau d'exploration de ces déterminants reste faible, la réflexion se centrant sur « les imprudences » ou « le manque de représentation des risques » des personnes travaillant dans l'agriculture.

Il est frappant de constater que ce soit réglementairement ou au sein de disciplines telles que l'ergonomie, les schémas de prévention recommandent généralement d'adapter le travail à l'homme. Or, les prescriptions visant à limiter les expositions aux pesticides en agriculture reposent sur le principe qu'il faut au contraire adapter l'homme au travail, notamment en formant plus et mieux les personnes concernées, en faisant évoluer leurs perceptions des risques, en augmentant le recours aux EPI, aux bonnes pratiques, aux matériels, etc. Si la formation et l'information constituent en effet une facette de ce qui peut être fait, il convient toutefois de ne pas occulter les nombreuses autres causes d'exposition qui sont rapportées et qui mettent en jeu des organisations collectives et des leviers d'action propres à la puissance publique.

6 Moyens actuels de réduction des expositions et/ou des risques

La réflexion sur la réduction des expositions aux pesticides nécessite de considérer l'ensemble de la démarche de prévention, depuis la suppression des dangers, l'évaluation précise des risques, jusqu'aux accompagnements permettant de faire évoluer les situations de travail pour combattre les risques (conseil, formation, conception du matériel, des EPI...). Le code du travail liste par ordre de priorité neuf principes généraux (L.4121-2) qui paraissent pertinents pour structurer la réflexion pour l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture, (y compris la main-d'œuvre familiale des exploitations, même si celle-ci n'entre pas directement dans le champ d'application du texte) :

- « *Éviter les risques* », c'est-à-dire supprimer le danger ou l'exposition au danger ;
- « *Évaluer les risques qui ne peuvent être évités* », c'est-à-dire apprécier l'exposition au danger et l'importance du risque afin de prioriser les actions de prévention à mener ;
- « *Combattre les risques à la source* », c'est-à-dire intégrer la prévention le plus en amont possible, notamment dès la conception des lieux de travail, des équipements ou des modes opératoires ;
- « *Adapter le travail à l'Homme, [...] en vue notamment de réduire les effets du travail sur la santé* », ce qui suppose de tenir compte des différences inter-individuelles ;
- « *Tenir compte de l'état d'évolution de la technique* », c'est-à-dire adapter la prévention aux évolutions techniques et organisationnelles ;
- « *Remplacer ce qui est dangereux par ce qui n'est pas dangereux ou ce qui est moins dangereux* », c'est-à-dire éviter l'utilisation de procédés ou de produits dangereux lorsqu'un même résultat peut être obtenu avec une méthode présentant des dangers moindres ;
- « *Planifier la prévention [...]* » en intégrant technique, organisation et conditions de travail, relations sociales et environnement ;
- « *Prendre des mesures de protection collective en leur donnant priorité sur des mesures de protection individuelle* », c'est-à-dire n'utiliser les équipements de protection individuelle qu'en complément de protections collectives si elles se révèlent insuffisantes ;
- « *Donner les instructions appropriées aux travailleurs* », c'est-à-dire former et informer les personnes travaillant dans l'agriculture afin qu'elles connaissent les risques et les mesures de prévention.

Les travaux du GT le conduisent à faire plusieurs commentaires sur la façon dont ces principes de prévention sont mis en œuvre, s'agissant de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. Ces commentaires sont focalisés sur quelques grands types d'action qui structurent les débats en agriculture : l'évitement des risques (la réduction de l'usage des pesticides), l'évaluation des risques (lors de l'homologation des produits), les interventions permettant de faire évoluer les situations de travail pour combattre les risques (conception du matériel), la formation et l'information des personnes travaillant dans l'agriculture (conseil et formation), la place des mesures de protections individuelles (EPI).

Ces commentaires visent à ouvrir des pistes de réflexion pour l'ensemble des acteurs concernés mais ne prétendent pas couvrir l'ensemble des problèmes rencontrés. Certains domaines qu'il paraît nécessaire d'étudier plus avant (par exemple les traitements dans les bâtiments agricoles et l'usage des biocides en élevage mais aussi dans les exploitations de culture, la manipulation des produits traités post-récolte, etc.) n'ont pu être approfondis dans le périmètre des travaux du groupe.

6.1 Réduction d'usage

L'agriculture française est en Europe et dans le monde dans le peloton de tête des pays consommant le plus de produits phytopharmaceutiques à l'hectare. Cette position, qui s'est encore affirmée ces dernières années (hausse de 5 % du NODU²⁴ et de 3,6 % des quantités de substances actives (QSA) vendues en France sur la période 2009-2013), décrit une agriculture très intensive en intrants.

Pourtant, l'utilisation importante voire assez systématique de ces produits est remise en question depuis les années 2000, à la lumière de différents rapports d'expertise (CPP, 2002; INSERM, 2013; Momas *et al.*, 2004). En parallèle, le développement de la surveillance des milieux révèle une dispersion importante de ces produits dans l'environnement. L'ensemble de ces travaux accompagne une prise de conscience croissante des risques pour l'environnement et la santé liés à l'utilisation des pesticides.

6.1.1 Efficience, substitution, reconception : trois grandes logiques d'intervention

Dans ce contexte et à la demande des ministères chargés de l'agriculture et de l'environnement, l'expertise scientifique collective « pesticides » (Aubertot *et al.*, 2005), et plus récemment l'expertise technique « Ecophyto R&D » (Butault *et al.*, 2010) ont posé les bases scientifiques et techniques des possibilités de réduction des utilisations de produits phytopharmaceutiques en France. Plusieurs enseignements méritent d'être tirés de ces travaux, et notamment des réflexions conduites à partir du cas des grandes cultures. Dans ce domaine de production, les stratégies actuelles sont guidées par l'espérance de rendements élevés à des coûts de production faibles, et par une organisation du travail facilitant l'agrandissement toujours croissant des exploitations. Ces objectifs favorisent la spécialisation des systèmes de production agricoles et de territoires autour d'un nombre restreint de productions, alimentant la spirale « intensification/utilisation de pesticides » rendue possible par la disponibilité de produits phytopharmaceutiques efficaces et peu coûteux.

Lorsque les acteurs souhaitent réduire l'usage de produits phytopharmaceutiques, plusieurs logiques d'intervention peuvent être envisagées. S'appuyant sur le cadre ESR (Efficience/Substitution/Reconception) proposé par Hill et MacRae (1996), les stratégies de réduction peuvent être distinguées selon qu'elles privilégient des logiques d'amélioration de l'**efficience** des interventions par un raisonnement des applications (optimisation des intrants), la **substitution** de molécules chimiques par des techniques qualifiées d'alternatives (ne nécessitant pas le recours au chimique), ou des logiques de **reconception** basées sur des principes de gestion agronomique visant à reconcevoir les systèmes pour créer des conditions défavorables au développement des bioagresseurs des cultures.

Ces différentes logiques, complémentaires, diffèrent dans leur ambition de réduction d'usage.

La première logique, d'**efficience**, vise à accroître l'efficience des applications de produits phytopharmaceutiques afin d'en réduire la consommation. C'est la logique de « *la bonne dose au bon moment* ». Les attendus portent sur une limitation des gaspillages par suppression de traitements inutiles (grâce aux observations de terrain et/ou à l'utilisation d'outils d'aide à la décision), la limitation des quantités apportées par traitement en jouant sur les techniques et conditions d'application. Les réductions d'usage réalisées selon cette logique restent très limitées au regard des enjeux : les systèmes de culture actuels génèrent des conditions de milieux favorables au développement de bioagresseurs. Ils sont de fait intrinsèquement très dépendants des produits phytopharmaceutiques. La réduction des usages par optimisation des traitements est

²⁴ NODU = Nombre de doses unités. Indicateur de veille du plan Ecophyto

donc limitée, à système de culture inchangé (Aubertot *et al.*, 2005). En 2010, lors de la restitution publique d'Ecophyto R&D, les acteurs de la R&D envisageaient une réduction d'usage de 10 à 15 % par la mise en œuvre de cette logique (et citaient des chiffres de 20 à 30 % sur le moyen terme). L'absence de diminution des utilisations de produits phytopharmaceutiques cinq ans après la mise en œuvre du plan Ecophyto (on note même une augmentation moyenne de 5 % des utilisations) non seulement confirme les faibles réductions d'usage à attendre de cette logique d'efficacité, mais semble même démentir les possibilités de réduction annoncées par la profession agricole en 2010. Il est, dans ce contexte, étonnant de voir réaffirmé cet objectif de réduction de 25 % dans la deuxième version du plan Ecophyto, en fondant l'atteinte notamment sur le déploiement à grande échelle de cette stratégie d'efficacité.

La deuxième logique, de **substitution**, vise initialement à substituer les produits commerciaux de synthèse par des techniques qualifiées d'« alternatives » car ne recourant pas à des produits chimiques de synthèse, par exemple des techniques de lutte biologique (ex. des trichogrammes sur maïs) ou des techniques de lutte mécanique (ex. du désherbage mécanique). Dans cette logique de substitution que nous dénommerons « de type I », on recherche à travers ces techniques alternatives la même fonction que la lutte chimique : la destruction du bioagresseur. Par extension, certains acteurs utilisent ce concept de substitution pour le remplacement par un autre pesticide de synthèse au profil « environnemental » plus favorable en fonction des objectifs poursuivis (moindre impact sur la faune, la qualité de l'eau...). Nous nommerons cette stratégie substitution « de type II » pour bien la distinguer de la première.

Les stratégies de substitution de type I visent à limiter l'usage des produits que l'on cherche à remplacer. Cela peut effectivement conduire à diminuer l'usage de certains produits, mais pour des conditions où la pression de bioagresseurs est plutôt faible. En effet, toutes les techniques dites alternatives sont à efficacité partielle et nécessitent d'être combinées pour atteindre un niveau d'efficacité suffisant sur le bioagresseur et comparable à celui obtenu par la lutte chimique (Aubertot *et al.*, 2005). De plus, ces techniques sont aujourd'hui encore peu disponibles et généralement directement plus coûteuses que la technique chimique qu'elles visent à remplacer, et d'application moins aisée. Cette stratégie de substitution ne sera donc réellement efficace que si elle est accompagnée d'une stratégie visant à réduire en amont la pression des bioagresseurs (donc combinée avec des stratégies de reconception des systèmes). Toutes choses égales par ailleurs (à situation culturelle inchangée), et comme pour la stratégie précédente, les attendus en termes de réduction d'usage apparaissent donc ponctuels et très faibles.

La substitution de type II (par un autre produit à profil plus « correct » en fonction des enjeux de la substitution) peut concerner divers types d'enjeux environnementaux (impact eau, faune...) mais aussi des enjeux de santé pour la main-d'œuvre des exploitations et, de façon indirecte, pour la population. Dans ce cas, ce n'est pas la réduction des usages qui est visée mais la réduction du risque, par le remplacement de produits toxiques ou écotoxiques par des molécules à risque réduit. Elle nécessite que les acteurs connaissent les profils de toxicité et d'écotoxicité des molécules qu'ils utilisent, ainsi que celui de leurs métabolites. Ces informations, quand elles existent, sont encore d'accès peu aisé pour l'opérateur, et rendent son utilisation aujourd'hui illusoire en France. De plus, cette logique de substitution peut s'accompagner de transfert de possibles effets négatifs (d'un compartiment santé à un compartiment eau, d'un compartiment eau à un compartiment air...).

La troisième logique, de **reconception**, vise à repenser l'agrosystème (*a minima* la combinaison des techniques et des cultures, mais aussi l'organisation spatiale des systèmes et les aménagements) afin de favoriser une régulation naturelle des ravageurs et de soutenir sa propre fertilité à des fins de productivité agricole. Elle s'appuie sur une combinaison de différentes méthodes non chimiques (contrôle génétique, lutte physique, lutte biologique et contrôle cultural) en complément, voire en remplacement des méthodes chimiques habituelles. Elle conduit à créer des conditions agronomiques défavorables au développement de populations de pathogènes, et donc à une diminution du besoin de traiter. Cette logique s'inscrit donc dans un changement de paradigme assez profond en matière de protection des cultures : passer d'une logique de « lutter contre » à une logique de « protéger de ». Ecophyto R&D a chiffré par filière et entre cultures les diminutions d'utilisation pouvant être atteintes. En grandes cultures, sous contexte économique de

2006 et avec des connaissances agronomiques de 2010, ces réductions peuvent atteindre 20 à plus de 50 % selon les cultures sans conséquence pour le revenu agricole, mais avec des conséquences potentielles pour les filières (modification d'assolement indispensable pour atteindre les réductions élevées, remise en cause de la spécialisation et la simplification des systèmes...).

6.1.2 Logiques d'intervention et expositions potentielles des personnes travaillant en grandes cultures

Cependant, pour toutes ces logiques d'intervention, les travaux d'expertise (Aubertot *et al.*, 2005; Butault *et al.*, 2010) sur les possibilités de réduction d'usage permises par ces différentes logiques d'intervention ont été réalisés dans un cadre plus général de limitation des impacts environnementaux liés aux pratiques agricoles. La santé humaine, et en premier lieu l'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture à ces produits, a été le parent pauvre de ces réflexions. Ce constat est révélateur si ce n'est d'un désintérêt, au moins d'un cloisonnement fort des domaines et des institutions de recherche (santé, production agricole) et d'une méconnaissance concomitante de ces sujets par la discipline agronomie jusqu'à présent. Mais surtout il invite à approfondir l'analyse car les stratégies de réduction n'ont pas forcément toutes le même impact sur les expositions professionnelles.

La question, non traitée dans le cadre de ces expertises, est alors de savoir quels attendus espérer d'une réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques, au regard de l'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture. Renseigner cette question revient à identifier les principales situations d'expositions (directes et indirectes) aux produits phytopharmaceutiques et les mettre en regard des différentes stratégies de réductions d'usage évoquées plus haut.

Un premier travail a été réalisé sur la base de l'expertise des acteurs du GT, pour la filière grandes cultures, qui pourrait faire l'objet d'investigations complémentaires. Il ne s'appuie pas sur des mesures d'expositions, mais il fournit quelques éléments permettant d'appréhender l'efficacité prévisible des diverses stratégies de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques sur les expositions potentielles des opérateurs.

Les principales situations d'exposition directe des travailleurs identifiées sont les suivantes :

- manipulation des produits commerciaux/préparation de la bouillie/remplissage du pulvérisateur : l'exposition lors de ces phases de travail peut dépendre notamment²⁵ du nombre de bidons manipulés, de l'ergonomie des bidons, du type de produits (formulation), du matériel utilisé (ergonomie du matériel et du poste de remplissage, volume de la cuve/surface à traiter...);
- manipulation des semences : au moment des traitements de semences par les praticiens eux-mêmes, mais aussi au moment du remplissage du semoir, voire au moment du réglage du semoir (contrôle densité/profondeur de semis) ;
- au moment de la pulvérisation où interviennent le type de matériel utilisé (par exemple pulvérisateur porté vs traîné) et le niveau de protection de l'opérateur sur un pulvérisateur sans cabine ou dans la cabine ;
- au moment du traitement de la cellule/local de stockage en cas de stockage à la ferme.

S'ajoutent principalement deux sources d'exposition indirecte :

- au moment du nettoyage du matériel ;
- lors de réentrées dans les parcelles traitées : pour vérifier, pour observer, pour prélever, pour conditionner ...

²⁵ Nous invitons le lecteur à se reporter au chapitre « déterminants de l'exposition » (chapitre 0) s'il souhaite une vision plus exhaustive de l'ensemble des déterminants de l'exposition lors de différentes tâches.

Le Tableau 17 propose une analyse de l'efficacité attendue des stratégies de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques sur les expositions potentielles des opérateurs. L'efficacité des stratégies de réduction d'usage de ces produits sur les expositions y a été renseignée de façon qualitative sur la base des connaissances des experts du GT.

Tableau 17 : Efficacité des stratégies de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques sur les expositions potentielles des opérateurs

(0 : aucun effet, + à +++ : réduction croissante des expositions, - : augmentation de l'exposition)

Efficacité des stratégies de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques sur les expositions potentielles des opérateurs		Stratégie de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques		
		Efficiencie	Substitution de type I ²⁶	Reconception
Type d'exposition				
Directe	Manipulation des produits	(-) 0/+	+/(++)	++/+++
	Manipulation des semences traitées	0	0	0/+
	Pulvérisation (acte élémentaire)	0	+++	0
	Pulvérisation sur la campagne	0/+	+/(++)	++/+++
	Traitement cellule stockage	0	0/+++*	0
Indirecte	Nettoyage matériel	(-)/0	0/+	++
	Réentrée	(-) 0/(+)	+/(++)	++/+++

*dépend de si la substitution concerne le traitement en végétation (0) ou le traitement du local de stockage (+++)

Par exemple, au regard de l'exposition directe lors de la manipulation des produits (1^{ère} ligne), la réduction d'usage par la stratégie d'efficiencie peut être inégalement efficace pour réduire les expositions. (i) Elle peut être efficace lorsque cette stratégie permet de supprimer des traitements inutiles. Mais dans ce cas, elle n'hérite que d'un seul « + » car cette suppression d'un traitement reste rare à l'échelle de la campagne agricole. (ii) Elle peut se révéler neutre en termes d'efficacité vis-à-vis de l'exposition si elle conduit à juste adapter les doses de produits, ou décaler la date du

²⁶ Nous n'abordons pas dans ce tableau la substitution de type II conduisant à substituer un produit phytopharmaceutique par une autre. Elle ne modifie en rien les expositions potentielles des opérateurs. Elle pourrait en revanche contribuer à modifier le risque, en fonction du danger de la molécule utilisée en remplacement (produit plus ou moins toxique pour l'opérateur). Mais ce tableau est centré sur des notions d'exposition.

traitement (l'opérateur manipule quand même le produit). (iii) Enfin, situation plus étonnante, la recherche d'efficacité pourrait être dans certains cas à l'origine d'une augmentation de l'exposition : c'est notamment le cas des situations où la recherche de réductions de dose de produits à chaque application s'accompagne d'une augmentation de la fréquence d'application (par exemple en cas d'échec de la dose réduite) et donc d'une augmentation du nombre de manipulations de produits dangereux.

Les stratégies de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques mobilisant la substitution de type I ou la reconception peuvent quant à elles être considérées comme plus efficaces vis-à-vis de la réduction de l'exposition du travailleur. La substitution de type I est cependant notée au mieux (++) car les techniques sur lesquelles elle s'appuie sont à efficacité partielle et ne sont suffisantes que dans des cas de faible pression de bioagresseurs dans la parcelle.

La stratégie relevant de la reconception serait sans doute de loin la plus efficace en matière de réduction de l'exposition liée à la manipulation des produits. Combinant plusieurs techniques dans une logique prophylactique de limitation, en amont du développement des bioagresseurs dans le couvert, elle devrait permettre une moindre dépendance aux produits phytopharmaceutiques et donc un moindre recours aux traitements.

Ce travail de synthèse fait ressortir trois points saillants :

- 1) Toutes les stratégies de réduction d'usage n'ont pas nécessairement le même impact sur la diminution potentielle des expositions.
 - Les stratégies relevant de l'efficacité ne permettraient de limiter les expositions que si celles-ci conduisent à la diminution du nombre de traitements et donc à une moindre exposition lors de la manipulation des produits et de la réentrée. Or cet impact n'est pas certain tant que l'on ne joue pas sur les conditions qui sont à l'origine du besoin de traiter. Ces stratégies peuvent même conduire dans certains cas à augmenter les expositions, lorsque leur mise en œuvre s'accompagne de nombreux passages à faibles doses sur la même parcelle...
 - Les stratégies de substitution de type II (un produit par un autre) sont intrinsèquement intéressantes vis-à-vis de l'exposition du travailleur dès lors que le produit de substitution présente des caractéristiques de toxicité plus « vertueuses ». Mais elles doivent être évaluées avec soin car les conséquences de leur utilisation sont multicritères (effet sur la faune, la flore, la santé humaine...). La substitution de type II peut notamment conduire à privilégier un produit ayant une moindre écotoxicité pour un compartiment de l'environnement mais une plus forte toxicité pour les opérateurs si cette dernière dimension n'est pas prise en compte dans les arbitrages, et *vice versa*. Cette approche nécessite un savoir professionnel important car elle implique que des choix devront parfois être faits entre la protection de l'environnement et la protection de la santé et ce surtout lorsque peu de produits alternatifs sont disponibles. Les logiques de substitution de type II peuvent donc permettre de réduire les risques pour la santé humaine si et seulement si ces risques sont suffisamment documentés et si le choix des produits est fait aussi en fonction de ce critère.
 - Les stratégies fondées sur la substitution de type I et la reconception semblent donc présenter un intérêt supérieur aux autres stratégies (efficacité et substitution de type II) en matière de réduction d'exposition globale aux produits phytopharmaceutiques (tous produits confondus). Leur efficacité attendue porte surtout sur les expositions au moment de la manipulation des produits, au moment de la pulvérisation et par ricochet sur la réentrée potentielle (contribuant à diminuer les fréquences de traitement, elles contribuent à diminuer les fréquences de situations en réentrée). Elles permettent par ailleurs, dans le cadre d'une approche systémique, d'englober santé humaine et impacts environnementaux dans la réflexion sur l'usage.
- 2) Si les stratégies fondées sur la reconception des systèmes pour limiter en amont le développement des bioagresseurs dans le couvert sont globalement les plus efficaces sur le plan des réductions d'usage permises (voir Ecophyto R&D), elles paraissent aussi

pouvoir l'être sur le plan des expositions potentielles des travailleurs. Contribuant à limiter la fréquence de traitements phytopharmaceutiques de façon plus importante que les seules logiques de substitution, elles permettent de diminuer plus fortement les expositions directes et indirectes (moins de séquences de nettoyage de matériels, moins de situations potentielles de réentrée) liées à ces traitements. Elles peuvent se trouver renforcées, vis-à-vis de l'exposition des travailleurs, par la mise en œuvre **concomitante** de stratégies de substitution de type II pour le choix des produits (diminution forte du recours aux produits phytopharmaceutiques par des stratégies de reconception, et choix de produits moins toxiques par des stratégies de substitution).

- 3) En matière de stockage des productions, les logiques de substitution (de type I) permettent de réduire les expositions, par exemple en supprimant le recours aux produits de désinsectisation par des techniques de ventilation.

6.1.3 Généralisation de la réflexion sur les effets des diverses stratégies de réduction des produits phytopharmaceutiques

La réflexion précédente est centrée sur les produits phytopharmaceutiques et s'appuie principalement sur les constats relatifs aux grandes cultures. Elle mériterait d'être menée plus loin, sur d'autres cultures, mais également par des observations de terrain évaluant les expositions des travailleurs en regard des différentes stratégies de réduction. Il est cependant assez vraisemblable que cette analyse menée sur grandes cultures soit aussi extrapolable aux cultures pérennes (vigne, arboriculture) et au maraîchage sous réserve de tenir compte des tâches potentiellement exposantes spécifiques à ces productions telles que la taille, la récolte à la main...

En revanche, l'extrapolation aux situations d'élevage nécessitera certainement plus d'adaptation, notamment pour lister les tâches potentiellement exposantes plus spécifiques et inventorier ce qui relève d'une logique de reconception ou de substitution de type I dans l'élevage, comme cela a été fait en production végétale. L'étude de cas ovins a confirmé le développement d'interventions de ce type. Par exemple le recours à des mini-guêpes pour contrôler les populations de mouches dans les élevages en substitution de type I à des biocides. Elle a aussi montré les questions que posent les substitutions de type II, lorsque des traitements antiparasitaires injectables à base de lactones macrocycliques sont déconseillés en raison de leur écotoxicité et remplacés par des bains à base d'organophosphorés source d'exposition pour les personnes participant à cette tâche.

Cette problématique de réduction d'usage à des fins de réduction des expositions concerne en effet l'ensemble des pesticides, biocides et médicaments vétérinaires compris.

Pour les produits phytopharmaceutiques, ce travail pourrait notamment faire l'objet d'un chantier dans le cadre du plan Ecophyto « 2^e version » qui met en avant très fortement la santé (au travers de l'exposition) et l'environnement (non réduit au compartiment eau) dans les actions à amplifier (Potier, 2014).

Il apparaît en effet qu'une réduction d'usage ambitieuse (qui fut initialement poursuivie par le plan Ecophyto), nécessitant d'aller au-delà de stratégies d'efficience, peut diminuer les expositions et probablement les risques sanitaires associés pour les personnes travaillant dans l'agriculture. Or cette réduction d'usage n'est toujours pas à l'œuvre après cinq ans de mise en œuvre du plan. Ce constat, décevant mais prévu par certains experts (Guichard, 2012), confirme que les verrous du changement ne sont pas uniquement chez les agriculteurs mais sont distribués au sein de l'environnement sociotechnique. Ecophyto R&D (Barbier *et al.*, 2010) avait déjà pointé la très forte interdépendance des stratégies d'acteurs des filières et de la R&D qui bloquait certaines évolutions de pratiques : chaque acteur organise de fait sa stratégie en fonction de celle des autres, et considère qu'il peut difficilement en changer tant que celle des autres n'évolue pas. Il est peu probable que la 2^e version du plan Ecophyto, si elle reste centrée sur des logiques d'efficience et de substitution d'ici à l'horizon 2020, permette de limiter efficacement les expositions aux produits phytopharmaceutiques des personnes travaillant dans l'agriculture.

Il faut noter également que le plan Ecophyto, financé par le produit d'une taxe sur les produits phytopharmaceutiques gérée par l'Onema, est réservé aux opérations concernant ces produits. Or

le risque chimique en agriculture résulte aussi de possibles expositions aux biocides et à certains médicaments vétérinaires. Des actions intégrées et/ou visant à réduire les usages de ces deux derniers groupes de produits ne rentrent pas dans le périmètre d'action d'Ecophyto et de ce fonds géré par l'Onema. Il apparaît opportun dans ce contexte d'imaginer des solutions de financement qui permettent aux acteurs concernés de développer de telles actions.

Enfin, dans le cadre de la réflexion portant sur les réductions d'usage, il paraît important de ne pas laisser à l'écart du débat les questions que soulève le développement de techniques susceptibles de déboucher sur une augmentation de l'usage de pesticides (agrandissement des exploitations, simplification des assolements, réduction du recours au travail du sol...).

6.1.4 Techniques susceptibles d'entraîner une augmentation de l'usage de pesticides

6.1.4.1 La réduction du recours au labour

La montée en puissance de l'agro-écologie, portée par le « projet agro-écologique pour la France » du ministère en charge de l'agriculture, contribue à mettre en avant l'absence de labour comme une technique phare de la transition agro-écologique. Mais, pour respecter les principes de l'agroécologie, ce travail du sol simplifié (voire l'absence de travail du sol) doit être combiné avec une couverture permanente du sol par un couvert végétal (mort ou vivant) et des rotations diversifiées. C'est cette combinaison qui permet d'assurer une meilleure maîtrise des adventices tout en contribuant à améliorer le bilan carbone (stockage accru de C et réduction de la consommation d'énergie fossile par diminution du labour).

Au regard de ces trois critères, les situations agricoles relevant réellement de l'agro-écologie restent encore très rares en France (650 000 ha en 2006 selon Scopel *et al.* (2013)). En revanche, la suppression du labour, seule, s'est largement développée ces dernières années. La proportion de grandes cultures semées sans labour est passée de 21 % en 2001 à 34 % en 2006, avec de fortes disparités selon les cultures : en 2011, 51 % de la surface en colza est implantée sans labour, 44 % du blé tendre, et 58 % du blé dur.

Les déterminants de ces évolutions sont majoritairement de nature économique pour les agriculteurs qui y ont recours : supprimer le travail du sol est une solution qui permet de travailler plus de surface avec moins de main-d'œuvre, problématique majeure des exploitations qui s'agrandissent. Schmidt *et al.* (2010) montrent, par exemple, à partir des données des enquêtes PK 2006, que les situations de rotations courtes avec colza où le labour est rare (et le colza lui-même implanté sans labour) sont observées dans les exploitations les plus grandes. Ce sont par ailleurs les systèmes où la dépendance aux produits phytopharmaceutiques (et notamment aux herbicides) est la plus forte.

Dans ce contexte, la réduction du travail du sol est bien loin d'une logique agro-écologique même si elle est souvent associée à cette notion dans les discours. Elle se traduit en effet par une augmentation de la consommation d'herbicides, dans une logique de « contre-substitution » où les opérations mécaniques (le labour est un outil de gestion des mauvaises herbes) sont remplacées par un traitement chimique. Ce constat, mis en avant dans les colzas en rotation courte (Schmidt *et al.*, 2010) apparaît également de façon tendancielle dans les explorations des enquêtes PK de 2011 à l'échelle des cultures : l'IFT herbicide moyen du colza est de 1,5 dans les parcelles labourées contre 1,9 dans les parcelles non labourées (soient 27 % d'écart). A l'instar du colza, les autres cultures montrent les mêmes tendances à des IFT herbicides plus élevés dans les situations non labourées : l'IFT moyen du blé est ainsi de 1,6 en non labour contre 1,3 en labour (+ 23 %), celui de l'orge de 1,8 contre 1,3 (+ 38 %), et celui du maïs de 1,7 contre 1,5 (+ 13 %).

Plusieurs travaux de sociologie politique (Fouilleux et Goulet, 2012; Goulet, 2008; Landel, 2015) ont mis à jour les jeux d'acteurs qui conduisent à l'adoption de ces modèles fortement consommateurs d'intrants. On peut s'interroger sur l'absence persistante de bilan complet, actualisé, rendu public, de la consommation de produits phytopharmaceutiques associée à ces

techniques, qui pourrait éclairer les politiques publiques dans ce domaine alors même que les enquêtes sur les pratiques culturales fournissent des données actualisées sur ce thème.

6.1.4.2 Les OGM comme solution pour réduire l'usage de produits phytopharmaceutiques ?

Le recours aux OGM est souvent prôné dans la littérature scientifique comme par un certain nombre d'acteurs de l'environnement sociotechnique comme une solution à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques qu'il ne faudrait pas s'interdire dans un contexte « Ecophyto ». Le sujet est encore aujourd'hui controversé. L'analyse de la littérature scientifique aussi bien que l'expérience maintenant ancienne des pays qui y ont recours (USA, Canada, Amérique latine...) (Aubertot *et al.*, 2005) montrent des résultats « instables » en termes de réduction d'usage des produits phytopharmaceutiques. Dans le cas des OGM résistants à un herbicide non sélectif, certains travaux rapportent que les réductions effectives d'utilisation des produits phytopharmaceutiques dans les premières années d'adoption de ces OGM sont progressivement annulées et se traduisent finalement par des augmentations d'usage (Benbrook, 2012) voire, dans certains cas, par le retour à d'anciennes molécules plus toxiques afin de limiter la résistance de certaines mauvaises herbes.

Ceci est expliqué par deux mécanismes principaux : les changements de pratiques agricoles induites par l'utilisation d'OGM (simplification de la conduite de la culture par abandon de pratiques culturales qui ont pour fonction la destruction mécanique des adventices) ont à la fois des effets sur l'évolution des communautés de bioagresseurs (Wolfenbarger et Phifer, 2000), et sur l'apparition de résistances chez ces mêmes bioagresseurs (favorisée par l'utilisation accrue et sur de grandes surfaces d'un herbicide unique). Ces constats questionnent sur la pertinence et la durabilité de stratégies OGM pour réduire l'utilisation de produits phytopharmaceutiques en situation réelle dans la durée. Ils invitent, comme pour les pratiques de réduction du recours au labour, à éclairer les décisions à l'aide d'évaluations méthodiques des impacts réalisées sur des données pluriannuelles et en tenant compte non pas de seules projections à partir de pratiques préconisées (par exemple sélection d'agriculteurs ayant de « bonnes pratiques »), mais aussi à partir des données globales de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques au niveau régional ou national, pour tenir compte de toutes les pratiques effectivement présentes (données de vente, de recensement, enquêtes PK, etc.) et des évolutions de pratiques liées à l'adoption d'une technologie nouvelle.

6.2 L'homologation

Le groupe de travail a réalisé un état des lieux des informations concernant les expositions produites et utilisées dans le cadre de ces processus d'homologation de manière à :

- 1) Identifier la présence éventuelle de mesures d'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture disponibles dans les dossiers d'homologation ;
- 2) Identifier les situations d'exposition qui font l'objet d'une évaluation dans le cadre de l'homologation ;
- 3) Identifier les déterminants de l'exposition pris en compte dans le cadre de l'homologation ;
- 4) Mettre en perspective ces données avec celles produites par les autres sources d'information sur la question des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

Le résultat de cette analyse est présenté dans le volume 7. Ce travail met en lumière des modalités d'évaluation de l'exposition très différentes selon la catégorie réglementaire de pesticides considérée. Les médicaments vétérinaires font l'objet d'études toxicologiques, pharmacologiques et cliniques qui sont résumées dans un document appelé : « Résumé des caractéristiques du produit ». L'évaluation de l'exposition est faite au cas par cas, selon la nature

du médicament. Les deux autres réglementations (phytopharmaceutique et biocide) ont des modalités de fonctionnement plus génériques et plus aisément descriptibles. Elles reposent essentiellement sur la définition, par des experts, de situations d'expositions et sur l'utilisation de modèles déterministes s'appuyant en partie sur des données de terrain et en partie sur des dires d'experts. Ces modèles définissent des *scenarii* d'exposition. Cependant, la réglementation phytopharmaceutique fonctionne effectivement depuis le milieu des années 1990 alors que la réglementation biocide n'a pas encore concrètement fonctionné pour des produits commerciaux à usage agricole. Cet état de fait empêche une discussion complète de sa mise en application. L'essentiel des propos suivants concerne donc principalement les produits phytopharmaceutiques.

L'homologation constitue donc un double levier de réduction des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. Elle vise, d'une part, à supprimer les produits jugés trop dangereux. De l'autre, elle vise à limiter les expositions aux produits commercialisés en définissant les conditions de leur usage.

6.2.1 La suppression du danger à la source

Il est difficile de mesurer l'efficacité du premier de ces deux leviers de réduction des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. Une telle appréciation nécessiterait *a minima* de pouvoir quantifier le nombre de substances actives qui ne reçoivent pas l'homologation en raison de risque inacceptable, à cause du danger qu'elles représentent ou/et de niveaux d'exposition jugés trop élevés. Or, les données d'homologation rendues publiques ne concernent que les substances actives (et les préparations commerciales) autorisées.

6.2.2 La réduction des expositions

L'homologation des pesticides est systématiquement assortie de recommandations dont une partie a pour objet de limiter l'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture en-dessous du niveau jugé acceptable. Ces recommandations reposent sur la détermination de situations susceptibles d'entraîner ces expositions. Pour chacune de ces situations, les niveaux d'exposition sont calculés en fonction d'un ensemble de paramètres dont la valeur est renseignée par des études en champ réalisées par les industriels désireux de mettre des produits sur le marché. Les recommandations découlent de ces paramètres adaptés à chaque situation d'exposition.

S'il est impossible de mesurer quantitativement l'efficacité de ce levier de réduction des expositions aux pesticides pour les personnes travaillant dans l'agriculture, il est cependant possible d'en apprécier deux conditions d'effectivité :

- l'adéquation des recommandations d'usage issues de l'homologation à la réalité du terrain, telle qu'elle peut être appréhendée au travers de différentes données produites par la littérature académique ou encore par des systèmes de surveillance spécifiquement dédiés à la toxicovigilance (comme le réseau Phyt'attitude de la MSA) ou par la statistique agricole (comme le recensement général agricole ou les enquêtes sur les pratiques culturales produits par le ministère de l'Agriculture) ;
- la connaissance qu'ont de ces recommandations les acteurs en aval : conseillers, utilisateurs, et l'ensemble de la population agricole potentiellement exposée.

6.2.2.1 L'adéquation des recommandations relatives à l'exposition aux réalités du terrain

La mesure des niveaux d'exposition repose en premier lieu sur la définition d'un ensemble de situations potentielles d'exposition. Dans le cas des produits phytopharmaceutiques, sont ainsi distinguées les expositions des « opérateurs » effectuant les traitements, celles des « travailleurs » entrant en contact avec le végétal traité, celles des « promeneurs » qui se tiennent à proximité d'une parcelle en cours de traitement, et celles des « résidents » dont les habitations, les lieux de

travail et d'occupation sont situés à proximité des parcelles. À noter que les personnes travaillant dans l'agriculture peuvent être soumises à ces quatre types d'exposition.

L'analyse réalisée par le groupe de travail permet principalement d'estimer la pertinence des paramètres définis pour évaluer l'exposition des « travailleurs » et des « opérateurs ». Pour chaque situation, un ensemble de paramètres permet de déterminer le niveau d'exposition. Les paramètres pris en compte par la procédure d'homologation pour mesurer l'exposition sont i) le type de formulation de la spécialité commerciale (liquide ou solide) puis ii) le type d'usage et donc le type d'application. L'exposition est estimée séparément pour les phases de mélange-chargement et d'application, cette dernière incluant fréquemment les opérations de nettoyage du matériel. La mesure de l'exposition des « travailleurs » effectuant les tâches de réentrée repose quant à elle sur trois paramètres principaux : la quantité de produits présents sur le feuillage, le coefficient de transfert du produit, présent sur le feuillage, au corps du travailleur, et la durée de la tâche effectuée. La valeur de ces paramètres est fonction de *scenarii* d'exposition, liés aux types de cultures et de tâches retenues. Elle peut être modulée par le port d'équipements de protection individuelle (EPI), sous forme d'un coefficient protecteur dont la valeur est fixée dans les modèles (généralement à 90 %).

Pour qu'un produit phytopharmaceutique soit homologué, il est nécessaire, entre autres, que les niveaux d'exposition attendus de l'« opérateur » comme du « travailleur » soient inférieurs au niveau jugé acceptable, en regard des propriétés toxicologiques de la (ou des) substance(s) considérée(s). Les recommandations d'usage mentionnées sur l'étiquette et sur les fiches de données de sécurité du produit ont précisément pour objet d'assurer que ce niveau ne sera pas dépassé. Elles traduisent certains paramètres retenus pour mesurer l'exposition : quantité maximale à l'hectare, type de matériel devant être utilisé, type d'équipements de protection requis.

L'adéquation de ces recommandations aux réalités du terrain peut être en partie appréciée par la confrontation à des données produites dans d'autres contextes telles que celles provenant d'études académiques, d'enquêtes de terrain, de systèmes de surveillance ou de données statistiques. Cette confrontation est compliquée par le fait que les données utilisées dans le cadre de l'homologation, étant la propriété des industriels qui les produisent, ne sont généralement pas accessibles. Les industriels justifient cette restriction d'accès en mettant en avant le fait que ces données sont produites spécifiquement pour des préparations commerciales qui sont la propriété du pétitionnaire. Sans préjuger de la validité de cet argument, le groupe de travail estime gênant que cette restriction d'accès concerne également des données étendues de manière générique (c'est-à-dire alimentant les modèles d'exposition) à l'évaluation des expositions d'autres produits.

À partir de ce qui a pu être identifié dans l'analyse des études de cas (réentrée en arboriculture, élevage ovin), et dans les documents-guides explorés par le GT, certaines observations peuvent être émises concernant l'adéquation aux réalités de terrain des i) situations d'exposition, ii) niveaux d'exposition, et iii) déterminants des expositions tels que considérés dans la procédure d'homologation :

- adéquation **des situations d'exposition** aux réalités de terrain. Les informations contenues dans les documents-guides d'évaluation des expositions laissent à penser que, dans le cas des produits phytopharmaceutiques, les études d'exposition individuelles réalisées dans le cadre de l'homologation reposent sur l'observation et la mesure des contaminations d'échantillons de 10 à 15 individus. Outre la petite taille des populations étudiées, qui peut apparaître restreinte au regard de la diversité des situations existantes (identifiables par exemple au travers des données statistiques), la représentativité des individus observés ne donne lieu à aucune argumentation ou discussion. Les critères ayant conduit au choix des exploitations ou des sites ne sont pas présentés. Il n'est pas possible dans ce contexte d'affirmer que les données couvrent pleinement l'éventail des situations, des plus favorables aux plus défavorables. Le nouveau modèle de mesure de l'exposition des opérateurs (AOEM), retenu par l'EFSA, est basé sur 26 études de terrain pour le mélange-chargement dans une cuve, 9 études pour le mélange-chargement dans un pulvérisateur à dos, 10 études pour l'application vers le sol avec un tracteur, 16 études pour l'application haute avec un tracteur, 4 études pour l'application au sol avec un

pulvérisateur à dos et 5 études pour l'application haute avec un pulvérisateur à dos. Toutefois, la taille des échantillons observés reste aussi limitée que précédemment, et leur représentativité ne fait toujours pas l'objet d'une discussion systématique.

- adéquation **des niveaux d'exposition** considérés aux conditions de terrain. Les considérations ci-dessus, concernant la possible non-représentativité des situations, suggèrent également que la distribution des valeurs observées dans les études pourrait ne pas pleinement couvrir l'ensemble des situations. Il ne semble pas possible d'affirmer que l'étendue des valeurs réelles corresponde à celle des valeurs observées, et que les valeurs extrêmes de ces études correspondent effectivement aux conditions d'exposition les plus défavorables. Or, il est usuel de ne prendre en compte qu'une partie des valeurs observées (en général celles qui sont inférieures au 75^e percentile de la distribution). Ainsi le quart des valeurs (les plus élevées) ne sont pas prises en considération dans les calculs sous le motif que ces valeurs représentent des situations extrêmes. La démarche, en elle-même, favorise donc les valeurs basses qui sont, elles, toutes conservées.
- adéquation des **déterminants d'exposition** aux réalités de terrain. La liste des paramètres retenus pour déterminer le niveau d'exposition apparaît relativement restreinte au vu des données produites par la littérature académique en métrologie, en ergonomie comme en sciences sociales. Tel est notamment le cas pour l'estimation des niveaux d'exposition des « travailleurs » effectuant les tâches de réentrée qui ne retient pas des paramètres dont plusieurs études ont par ailleurs pu montrer qu'ils constituent des déterminants de l'exposition : données météorologiques, variations climatiques entre régions, contamination du matériel, fréquences d'exposition, nombre de contacts avec le matériel souillé ou avec les cultures traitées. De même, cette estimation ne tient pas compte de données individuelles comme le poids, la taille, le sexe ou le niveau de formation du travailleur.

Il semble par ailleurs que l'estimation des expositions indirectes des « travailleurs » avec le végétal traité ne prenne en considération que les situations de réentrée sur les parcelles traitées (à l'exception de la culture sous serre et des plantes ornementales). Or, les données produites par la littérature académique comme par le réseau de toxicovigilance de la MSA²⁷ montrent que des expositions indirectes peuvent avoir lieu en dehors des parcelles traitées, par exemple à l'occasion de tâches de tri. Les motifs de l'exclusion de ce type d'exposition indirecte n'apparaissent pas clairement à la lecture des documents-guides. Dans ces conditions, il est difficile de juger l'adéquation des recommandations d'usage assorties à l'homologation aux réalités du terrain.

Parmi les déterminants de l'exposition, une place particulière est faite dans la procédure d'homologation aux équipements de protection individuelle. Celui-ci est considéré comme un déterminant majeur, véritable « paramètre d'ajustement final » permettant au bout du compte de considérer si l'exposition conduit ou non à un risque acceptable. La place centrale de ce paramètre semble mise en cause au vu des données produites par la littérature académique en métrologie, en ergonomie comme en sciences sociales. Il semble en effet illusoire de partir de l'hypothèse que des EPI couvrants pourront être systématiquement portés lors des tâches de réentrée car ces tâches sont souvent effectuées dans des conditions météorologiques difficiles (chaleur) où les EPI ajoutent à la pénibilité des tâches et les rendent difficilement supportables.

Au-delà des constats établis sur la base des analyses des études de cas et des documents-guides, les données issues de dispositifs de surveillance des intoxications peuvent donner des indications sur les expositions dans les conditions réelles d'utilisation. Il est cependant à noter que ces données de surveillance restent très lacunaires quant aux intoxications des personnes travaillant dans l'agriculture exposées aux pesticides. Le dispositif de toxicovigilance de la

²⁷ Voir par exemple le Bilan Phyt'attitude 2008-2010 qui montre que 18,4 % des signalements sont liés à la manipulation de semences traitées, susceptibles d'avoir lieu en dehors des parcelles traitées.

Mutualité sociale agricole ne fournit chaque année qu'entre 100 et 200 signalements d'intoxications en moyenne. Ce chiffre paraît faible au regard de l'ensemble des intoxications aiguës survenant chaque année parmi les populations de personnes travaillant dans l'agriculture et exposées aux pesticides, décrites par ailleurs dans des études de surveillance menées à plusieurs reprises par la Mutualité sociale agricole auprès d'échantillons d'agriculteurs. Néanmoins, ce dispositif suggère qu'un produit homologué peut être, dans les conditions de terrain, impliqué dans des intoxications aiguës. En dehors des situations accidentelles clairement documentées et conduisant à une exposition massive, non couvertes par les scénarios d'exposition prévus par l'homologation, ceci doit nous interroger sur l'adéquation des données (ou de la procédure) utilisées lors de la mise sur le marché de ces produits.

6.2.2.2 La transparence de l'information pour les acteurs aval

Si l'on admet toutefois la logique consistant à n'évaluer l'exposition que dans le cadre d'usages recommandés, il faut s'interroger sur la pertinence des moyens par lesquels ces recommandations sont portées à la connaissance des utilisateurs de produits, mais aussi de tous ceux qui y seront potentiellement exposés, notamment lors de la réentrée. Ces interrogations concernent à la fois l'efficacité de la stratégie d'information des utilisateurs par le biais de l'étiquetage des produits, des fiches de données de sécurité ou encore des notices d'utilisation, et la qualité des conseils d'usage et de protection donnés par les intermédiaires en charge du conseil et/ou de la distribution des produits (voir le point 6.5.).

Les études de cas conduites par le GT mettent en évidence des situations de méconnaissances des risques des pesticides tels qu'ils ont été évalués avant leur mise sur le marché. Ainsi, l'étude de cas menée en élevage ovin montre que la question de l'exposition aux médicaments vétérinaires et des risques qui en résultent pour les éleveurs y est peu abordée, même dans le cas d'utilisation de substances actives équivalentes à celles utilisées sur cultures. Plus encore, les indications relatives au port d'EPI sont plus que sommaires car les RCP se contentent de recommander l'usage d'EPI « appropriés », charge étant laissée à l'utilisateur d'imaginer ce que cela signifie comme nous avons pu le constater pour des produits utilisés pour les bains antiparasitaires tels le diazinon, organophosphoré dont le caractère dangereux est avéré (auditions et volume 3.4.). L'étude de cas sur la réentrée en arboriculture montre quant à elle que la disponibilité concrète de l'information pour les personnes travaillant dans l'agriculture en cas d'autorisation d'une préparation avec port d'EPI lors de tâches de réentrée apparaît aussi très problématique, notamment pour les salariés non permanents qui sont embauchés spécifiquement pour ces tâches et n'étaient pas là lors des phases de traitements antérieures. C'est d'ailleurs pour faire face à ces situations que les services de santé de certains pays recommandent que des affiches explicites interdisant l'accès aux lieux traités et indiquant les risques d'exposition ainsi que la période sécuritaire de retour soient mises sur les lieux de traitement (affiches contenant notamment des informations sur le nom du produit, sa toxicité, la date et l'heure d'application...) (Samuel et Saint-Laurent, 2001).

Ces exemples font ressortir la discordance qui existe entre, d'une part, la logique de l'homologation qui postule que l'information sur la dangerosité des produits et les moyens de s'en prémunir sera entièrement disponible pour tous à tout moment et, d'autre part, les conditions concrètes de la pratique où les personnes travaillant dans l'agriculture disposent souvent d'informations partielles, voire partiales. En effet, la transmission d'une information complète prend du temps et a un coût. Cette transmission est souvent incomplète. La pleine compréhension des informations disponibles pour les transformer en gestes de la pratique nécessite des compétences difficiles à acquérir (par exemple pour tirer des conclusions d'une fiche de données de sécurité d'un biocide comprenant plusieurs substances toxiques) et d'avoir intégré la logique des procédures d'homologation. Par ailleurs, certains acteurs peuvent avoir intérêt à la rétention d'informations sur la dangerosité des produits (vendeurs de produits, employeurs de main-d'œuvre). Dans ces conditions, il est inévitable que les recommandations qui accompagnent

l'homologation restent très imparfaitement appliquées, en supposant qu'elles puissent l'être en pratique.

6.2.3 Conclusion

Ainsi, malgré les évolutions continues et permanentes des procédures d'homologation au cours des dernières décennies, certaines limites peuvent encore interroger sur leur pleine capacité à empêcher la mise sur le marché de substances à risque pour la santé humaine.

En premier lieu, notre analyse, à partir de la lecture des documents-guides et de deux études de cas, laisse penser que les procédures actuelles ne permettent pas formellement de garantir la représentativité des données d'exposition par rapport aux conditions réelles de terrain. En effet, le large éventail des situations d'exposition (au vu des données des études académiques, des données statistiques et autres enquêtes), l'étendue des valeurs d'exposition individuelle (au vu des données météorologiques) et la multiplicité des déterminants potentiels (sur la base d'une réflexion multidisciplinaire) ne sauraient être représentés par un nombre limité d'observations, dont la procédure de sélection n'apparaît pas explicite, et utilisés le plus souvent en pratique après exclusion du quart des valeurs les plus élevées (75^e percentile). De plus l'évaluation par substance, telle que proposée par la réglementation, ne permet pas de prévoir les effets des combinaisons de substances, telles que rencontrées au cours de l'ensemble d'une vie professionnelle, ou encore pour les personnes menant en parallèle plusieurs productions agricoles, qu'elles soient de culture ou d'élevage.

En second lieu, la complexité des procédures d'homologation, leur hétérogénéité selon la nature des produits (produits phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires) et le manque de transparence des données sur lesquelles s'appuient les recommandations qui accompagnent la mise sur le marché des substances, apparaissent également comme des entraves à une réduction effective des expositions des personnes travaillant dans l'agriculture. Cette limite est clairement matérialisée par l'opacité des étiquettes pour l'opérateur, ou encore par l'absence d'information pour les personnes revenant dans des zones préalablement traitées ou contaminées, autant d'éléments qui laissent craindre une inefficacité des recommandations émises lors de la procédure d'homologation.

Pour toutes ces raisons, il n'apparaît pas clairement que la procédure de mise sur le marché des substances permette totalement de maintenir les expositions en deçà du seuil répondant aux doses sans effet considérées par la réglementation.

6.3 Matériel de traitement et exposition aux pesticides

6.3.1 Matériel de traitement et santé des travailleurs

Le matériel agricole a considérablement évolué au cours des dernières décennies en particulier dans le domaine de l'épandage des produits phytopharmaceutiques, ce qui a permis d'améliorer l'efficacité du travail et de diminuer sa pénibilité. Dès la fin du XIX^e siècle, les innovations ont concerné les pulvérisateurs, qu'ils soient portés à dos d'homme ou tractés par des chevaux ou des bœufs. Les premières préoccupations étaient d'une part d'éviter des remplissages trop fréquents, notamment pour les pulvérisateurs traînés ou portés, en augmentant la taille des cuves et, d'autre part, d'élargir la zone de pulvérisation en augmentant la portée des jets, en utilisant des pompes et des lances.

Par la suite, l'essor de la vente des tracteurs a participé à la modification radicale de l'agriculture française à la sortie de la Seconde Guerre mondiale. En parallèle de la généralisation des tracteurs, les pulvérisateurs continuent de se perfectionner. Ils sont fabriqués dans des matériaux nouveaux (résines de polyesters, plastiques, matériaux de synthèse...) avec l'apparition de rampes encore plus larges en grandes cultures, des commandes hydrauliques et par la suite l'intégration de l'électronique comme moyen d'information et de régulation.

Dans ce contexte de développement extrêmement rapide de la mécanisation, les premiers risques identifiés pour les travailleurs ont été les accidents associés à l'utilisation d'engins motorisés. En raison de l'accroissement de puissance et de vitesse des machines, les accidents de travail sont apparus de plus en plus graves, notamment dans les circonstances de renversement latéral, de basculement vers l'arrière ou encore d'écrasement par la machine. C'est pourquoi la réglementation a prioritairement concerné ces risques. Ainsi, en matière de sécurité et du respect de l'environnement, les constructeurs doivent aujourd'hui répondre aux différentes exigences de la directive européenne 2006/42/CE, dite « directive machines », par auto-certification, en réalisant une analyse des risques. Les machines doivent pouvoir être utilisées sans difficultés, faire l'objet d'une maintenance facile qui leur permet de rester conformes aux standards réglementaires. S'il doit y avoir des vérifications au cours de la vie de certaines machines, elles doivent être prévues par le constructeur, et toutes les informations doivent être disponibles dans leur manuel d'utilisation.

Au-delà de la sécurité *stricto sensu*, certains principes ergonomiques sont également mentionnés dans la directive de 2006 afin de réduire la gêne, la fatigue et les contraintes physiques et psychiques de l'opérateur (annexe 1 de la directive). Enfin, un point de la directive est relatif aux émissions de matières et substances dangereuses, sans mention explicite des pesticides. Il stipule que « *La machine doit être conçue et construite de manière à éviter les risques d'inhalation, d'ingestion, de contact avec la peau, les yeux et les muqueuses, et de pénétration percutanée de matières et de substances dangereuses qu'elle produit* » point 1.5.3.

L'idée que la conception des appareils de traitement devrait également éviter le contact entre le pesticide et l'opérateur semble encore assez peu prise en compte. Des questions diverses ont été cependant occasionnellement soulevées, par exemple en viticulture concernant l'usage des pulvérisateurs pneumatiques qui génèrent des gouttes encore plus petites et donc plus susceptibles d'être inhalées, ou encore des risques de contamination liés aux pulvérisateurs à dos, aux brouettes à chenilles dont les éléments de pulvérisation sont très proches de l'opérateur, ou encore la capacité de protection conférée par les cabines filtrantes proposées par les constructeurs. La prise en compte de ces questions de sécurité des opérateurs face aux risques chimiques (et pas seulement aux risques mécaniques) dans la réglementation apparaît davantage depuis 2009, au travers de la directive 2009/127/CE qui concerne spécifiquement les machines destinées à l'application des pesticides²⁸. Elle mentionne que « *Le fabricant de machines destinées à l'application des pesticides ou son mandataire doit s'assurer que soit effectuée une évaluation des risques d'exposition involontaire de l'environnement aux pesticides, conformément au processus d'évaluation et de réduction des risques [...]* » et que « *Les machines doivent être conçues et construites en prenant en compte les résultats de l'évaluation des risques [...] de manière à pouvoir être utilisées, réglées et entretenues sans exposition involontaire de l'environnement aux pesticides. Les fuites doivent être prévenues à tout moment* » (Point 2.4.2). Les différentes exigences de cette directive sont synthétisées dans le Tableau 18. Cette directive a été transposée dans le droit français *via* plusieurs décrets en 2011.

Tableau 18 : Exigences de la directive 2009/127/CE concernant les machines destinées à l'application de produits phytopharmaceutiques (directive 2009/127/CE)

Organes du pulvérisateur	Exigences
2.4.3. Commandes et surveillance	<i>Il doit être possible de commander et de surveiller facilement et précisément l'application des phytosanitaires à partir des postes de travail ainsi que d'arrêter immédiatement ladite application.</i>

²⁸ « Pesticide » étant entendu au sens de « produits phytopharmaceutiques » mais aussi dans l'esprit du texte aux « biocides » car la directive prévoit d'étendre aux biocides les dispositions retenues pour les produits phytopharmaceutiques.

Organes du pulvérisateur	Exigences
2.4.4. Remplissage et vidange	<i>Les machines doivent être conçues et construites de manière à faciliter le remplissage précis avec la quantité requise de phytosanitaires et à assurer la vidange aisée et complète tout en évitant le déversement de phytosanitaires et la contamination de la source d'alimentation en eau au cours de ces opérations.</i>
2.4.5. Application de pesticides	
2.4.5.1. Taux d'application	<i>Les machines doivent être pourvues de moyens permettant de régler de manière aisée, précise et fiable le taux d'application.</i>
2.4.5.2. Distribution, dépôt et dérive de phytosanitaires	<i>Les machines doivent être conçues et construites de manière à assurer que les phytosanitaires sont déposés sur les zones cibles, à réduire les pertes dans les autres zones et à prévenir toute dérive de phytosanitaires dans l'environnement. Le cas échéant, une distribution égale et un dépôt homogène des phytosanitaires doivent être assurés.</i>
2.4.5.3. Essais	<i>Afin de s'assurer que les pièces correspondantes des machines répondent aux exigences énoncées aux points 2.4.5.1 et 2.4.5.2, le fabricant ou son mandataire doit effectuer ou faire effectuer, pour chaque type de machine concernée, des essais appropriés.</i>
2.4.5.4. Pertes au cours de l'arrêt	<i>Les machines doivent être conçues et construites de manière à prévenir les pertes lorsque la fonction d'application des pesticides est à l'arrêt.</i>
2.4.6. Maintenance	
2.4.6.1. Nettoyage	<i>Les machines doivent être conçues et construites de manière à permettre un nettoyage facile et complet sans contamination de l'environnement.</i>
2.4.6.2. Entretien	<i>Les machines doivent être conçues et construites de manière à faciliter le remplacement des pièces usées sans contamination de l'environnement.</i>
2.4.7. Vérifications	<i>Il doit être possible de connecter facilement aux machines les instruments de mesure nécessaires pour vérifier le bon fonctionnement des machines.</i>
2.4.8. Marquage des buses, des tamis et des filtres	<i>Les buses, les tamis et les filtres doivent être marqués de manière à ce que leurs type et taille puissent être clairement identifiés.</i>
2.4.9. Indication du phytosanitaires utilisés	<i>Le cas échéant, les machines doivent être munies d'un équipement spécifique sur lequel l'opérateur peut indiquer le nom du phytosanitaires utilisé.</i>
2.4.10. Notice d'instructions	<p><i>La notice d'instructions doit comporter les informations suivantes :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>a) les précautions à prendre lors du mélange, du remplissage, de l'application, de la vidange, du nettoyage et des opérations d'entretien et de transport afin d'éviter la contamination de l'environnement ;</i> <i>b) les conditions d'utilisation détaillées pour les différents cadres opérationnels envisagés, notamment les préparations et réglages correspondants requis pour assurer que les phytosanitaires sont déposés sur les zones cibles tout en réduisant autant que possible les pertes dans les autres zones, pour prévenir toute dérive dans l'environnement et, le cas échéant, pour assurer une distribution égale et un dépôt homogène des phytosanitaires ;</i> <i>c) la variété de types et de tailles des buses, des tamis et des filtres qui peuvent être utilisés avec les machines ;</i> <i>d) la fréquence des vérifications ainsi que les critères et la méthode de remplacement des pièces sujettes à usure susceptible d'altérer le bon fonctionnement des machines, telles que les buses, les tamis et les filtres ;</i> <i>e) les prescriptions relatives au calibrage, à l'entretien journalier, à la mise en l'état en vue de la période hivernale ainsi que celles concernant les autres vérifications nécessaires pour assurer le bon fonctionnement des machines ;</i> <i>f) les types de phytosanitaires qui peuvent provoquer un mauvais fonctionnement des machines ;</i> <i>g) l'indication, mise à jour par l'opérateur, sur l'équipement spécifique visé au</i>

Organes du pulvérisateur	Exigences
	<p><i>point 2.4.9, du nom du phytosanitaires utilisé ;</i></p> <p><i>h) la connexion et l'utilisation d'équipements et d'accessoires spéciaux, et les précautions nécessaires à prendre ;</i></p> <p><i>i) l'indication selon laquelle les machines peuvent être soumises à des exigences nationales de vérifications périodiques par des organismes désignés, comme le prévoit la directive 2009/128/CE ;</i></p> <p><i>j) les caractéristiques des machines qui doivent être vérifiées pour s'assurer de leur bon fonctionnement;</i></p> <p><i>k) les instructions concernant le raccordement des instruments de mesure nécessaires.</i></p>

6.3.2 Matériel agricole et exposition aux pesticides : données de terrain

Cependant de nombreuses difficultés sont rencontrées sur le terrain dans l'application de la directive. Ainsi les conditions de remplissage des pulvérisateurs ne répondent pas toujours aux exigences (Point 2.4.4.) : les différents organes du pulvérisateur peuvent ne pas être aisément accessibles et obliger à un contact avec les surfaces souillées du matériel lors de certaines tâches telles que la préparation ou le remplissage de la cuve ou encore le nettoyage du matériel. Ce défaut d'accessibilité entraîne de plus des postures de travail en déséquilibre ou en torsion, un rythme de travail saccadé, et des risques d'incidents tels que des renversements de bidons ou de sacs. De la même manière, on observe qu'un grand nombre d'actions obligent l'agriculteur à descendre de son tracteur pour effectuer des réglages ou des vérifications, en l'absence d'automatisation de l'ouverture et de la fermeture des rampes, ou encore du nettoyage du pulvérisateur. Ces quelques illustrations attestent du défaut de prise en compte de l'opérateur dans la conception des machines. Cette dernière devrait prendre en considération les caractéristiques de l'activité, les données morphologiques, la force et la résistance de l'opérateur, ses contraintes physiques et psychiques de manière à répondre au 4^e principe de prévention selon lequel le travail doit être adapté à l'homme et non l'homme adapté au travail.

Cependant ces observations, relatives à la contamination par les pesticides des opérateurs en lien avec le matériel utilisé, n'ont donné lieu qu'à peu de travaux scientifiques publiés à ce jour. Ceux que nous avons identifiés en France figurent dans le chapitre 3 de ce rapport. Des mesures de contamination des opérateurs ont été réalisées dans l'étude PESTEXPO (Baldi *et al.*, 2006; Baldi *et al.*, 2012; Lebailly *et al.*, 2009) et dans une étude de terrain réalisée par la MSA (Grillet *et al.*, 2004), à la recherche de déterminants de l'exposition dans les conditions réelles d'utilisation des produits en champs, ceci dans divers contextes (viticulture, grandes cultures, maraîchage...). Les résultats de PESTEXPO mettaient en évidence le rôle important du matériel dans la contamination des opérateurs. Ainsi, en grandes cultures, les pulvérisateurs portés sur les tracteurs entraînaient un niveau de contamination cinq fois plus élevé que celui des pulvérisateurs traînés. De plus, de nombreux dysfonctionnements du matériel étaient observés tels que des débordements de la cuve ou de l'incorporateur ou encore des bouchages de buses. De même, en viticulture, certaines caractéristiques du matériel augmentaient significativement la contamination des opérateurs, telles que l'utilisation de tracteurs interlignes avec pulvérisateur porté, une distance réduite entre le siège de l'opérateur et les buses, une distance réduite de ce même siège par rapport au sol, le fait de devoir sortir de la cabine en cours de traitement, une vitesse importante du tracteur lors de la pulvérisation. L'étude de la MSA montrait quant à elle une exposition moindre pour les opérateurs disposant d'une cabine fermée.

Ces observations sont confortées par des études ergonomiques basées sur des entretiens ou des observations auprès de personnes travaillant dans l'agriculture (Lacroix *et al.*, 2013). De plus des questionnaires complétés par des distributeurs de machines ont également permis de mieux décrire les pratiques réelles concernant l'utilisation du matériel de traitement. Ceux-ci ont montré que les modèles de matériel utilisés sont très divers, parfois vétustes, que la fermeture des cabines lors des traitements n'est pas toujours réalisée et parfois rendue impossible par les

conditions de traitement. De plus, des défauts d'entretien et des difficultés dans la mise en place de mesures d'hygiène ont été observés, notamment auprès des entreprises de travaux agricoles. Les pratiques de nettoyage du matériel apparaissent également assez hétérogènes : 40 % des utilisateurs laveraient leur pulvérisateur une fois par saison, tandis que 20 % le laveraient à chaque changement de produit (Grimbuhler *et al.*, 2014). Enfin, des tests ont été réalisés concernant l'étanchéité des cabines de tracteurs, afin de valider la méthode d'efficacité des cabines vis-à-vis des aérosols réalisée en laboratoire, et ont montré que des aérosols de diamètre médian variant de 0,4 à 15 microns sont présents dans les cabines, même si celles-ci, lorsqu'elles sont récentes et bien entretenues, peuvent atteindre une efficacité de 94,4 à 99,6 %. Le bon entretien des cabines vise à maintenir une pressurisation et une climatisation efficaces afin de faciliter le maintien de la fermeture au cours du traitement, et doit inclure le changement régulier des filtres (au moins une fois par an ou selon les instructions du constructeur). Des difficultés d'entretien peuvent cependant résulter de l'inaccessibilité des filtres ou de défauts de conception du matériel. De plus, au-delà de l'indicateur de surpression de la cabine prévue par la norme, des indicateurs/capteurs de saturation des médias filtrants des cabines, aujourd'hui inexistant, seraient utiles pour que l'agriculteur identifie le moment où les performances de sa cabine ne sont plus respectées.

6.3.3 Contrôle des pulvérisateurs

Le contrôle périodique des pulvérisateurs est obligatoire depuis le 1^{er} janvier 2009 en France (en cohérence avec la loi n° 2006-1772 sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 et les directives 2009/127/CE et 2009/128/CE). Le contrôle périodique obligatoire des pulvérisateurs (matériel de 5 ans ou plus) est coordonné en France par un organisme technique national, le groupement d'intérêt public « Pulvés » (<http://www.gippulves.fr/>).

Ces contrôles obligatoires permettent de disposer d'éléments sur le parc de pulvérisateurs français. Un bilan a été établi en date d'avril 2014 sur 114 190 machines contrôlées, selon trois secteurs principaux : les grandes cultures (77 %), la vigne (17 %) et l'arboriculture (6 %). Il montre que les matériels soumis au contrôle avaient une moyenne d'âge de 15 ans (permettant d'évaluer une durée de vie entre 20 et 25 ans). De manière globale, la majorité du matériel était de type « porté » (54 %) devant le matériel traîné (40 %) et les pulvérisateurs automoteurs (6 %) et le volume médian des cuves était de 1 165 L (1 782 en grandes cultures). Le type de jets est très variable en fonction des secteurs, presque exclusivement projeté en grandes cultures (98 %), il était principalement porté en arboriculture (92 %) et pneumatique en viticulture (69 %). De même, alors que 62 % des pulvérisateurs sont portés en grandes cultures (33 % traînés et 5 % automoteurs), 81 % sont traînés en arboriculture (17 % portés et 2 % automoteurs) tandis que 53% sont traînés en viticulture (34 % portés et 13 % automoteurs).

Par ailleurs, ces contrôles nous permettent de connaître les principales causes de dysfonctionnements. À noter qu'ils ne visent pas à évaluer la sécurité de l'opérateur (seule la présence d'un protecteur d'arbres à cardans est notée). Lors des 22 890 inspections de pulvérisateurs en 2012, 4,8 défauts sont détectés en moyenne (étendue 0 à 28). Les principaux défauts notés lors des contrôles sont synthétisés dans le Tableau 19.

Tableau 19 : Proportion d'appareils concernés par les principaux défauts enregistrés

(Source : GIP pulvés 2012)

<http://www.gippulves.fr/index.php/syntheses/bilan-des-contrôles/bilan-2012>

Défauts constatés	Occurrence
Imprécision de l'indicateur de pression	30,3%
Mauvaise lisibilité de l'indicateur de niveau	27,2%
Fuites de bouillie	24,5%
<i>Corrosion sur attelage - Châssis & structure :</i>	22,5%
Courbure de la rampe (verticale)	22,4%
Courbure de la rampe (horizontale)	18,1%
Antigoutte défectueux	13,5%
Absence de retours compensatoires	11,8%
Hétérogénéité des pressions aux sorties et pertes de charge	11,6%
<i>Corrosion sur la rampe</i>	11,4%
Lésion aux soudures (rampe)	11,2%
Pulsations au niveau de la pompe	9,4%
Bouchon de cuve absent	8,2%
Usure des conduites	7,7%
Mauvaise lisibilité du manomètre	6,4%

Bien que les inspections des pulvérisateurs soient réalisées dans un but environnemental, les fuites détectées sur les pulvérisateurs peuvent induire une surexposition de l'opérateur lors de la préparation de la bouillie ou à d'autres temps du traitement. L'opérateur peut être en contact avec le produit lors du contact avec des antigouttes défectueux (13,5 %), ou des fuites de bouillie (24,5 %). Les mauvaises lisibilités de l'indicateur de niveau et du manomètre peuvent également obliger l'opérateur à descendre de son tracteur lors des phases de traitement pour prendre des informations nécessaires pour la réalisation de son traitement. Ces défauts peuvent être liés à un défaut de conception du matériel.

6.3.4 Principaux constats

Le matériel est un élément déterminant de l'exposition de l'opérateur, attesté par des études métrologiques réalisées dans plusieurs contextes. À chacune des phases du traitement (préparation de la bouillie, traitement, nettoyage du matériel), les spécificités des différents types de matériel (machines, tracteurs, automoteurs, enjambeurs) et des pulvérisateurs conditionnent les expositions. La présence ou l'absence d'une cabine, et ses caractéristiques (fermeture, ventilation, filtration) en sont l'illustration la plus simple, mais beaucoup d'autres éléments peuvent également jouer un rôle (pulvérisateur porté ou traîné, type de déploiement des buses, position des commandes, lisibilité des jauges...).

Des défauts d'ergonomie du matériel sont régulièrement constatés, notamment parce que le tracteur et le pulvérisateur sont des entités séparées, parfois achetées à des temps différents, sans tenir compte des difficultés résultant de l'attelage des deux matériels. Par ailleurs la conception du matériel n'intègre pas pleinement les contraintes des opérateurs au cours de leur activité de traitement. Ces défauts peuvent être à l'origine d'une majoration de l'exposition de l'opérateur.

Les défauts de performance (produits n'atteignant pas la cible) du matériel sont reconnus pour leur impact sur l'environnement (eau, air, sols) mais ils ont aussi un impact sur l'exposition de l'opérateur, celui-ci étant en contact avec ces mêmes environnements.

Le contrôle des pulvérisateurs permet de mieux connaître la qualité du parc de matériel. Il peut représenter une porte d'entrée pour mieux informer sur la sécurité mais aussi sur les questions d'exposition lors des traitements.

Les quelques données existantes concernant le rôle du matériel de traitement dans la contamination des travailleurs montrent qu'il s'agit d'une question importante qui mérite d'être i) d'une part davantage documentée par des études de terrain, ii) d'autre part prise en compte dans la démarche de prévention des expositions. En effet les expositions par contact avec le matériel contaminé sont susceptibles de se produire non seulement lors des journées de traitement, mais aussi à distance de celles-ci, lorsque ce même matériel préalablement contaminé est utilisé pour d'autres tâches sur l'exploitation. Ces contacts indirects, en dehors des traitements, pourraient donc augmenter significativement le nombre de jours et la quantité d'exposition des travailleurs au cours d'une année. Par ailleurs, les opérations de maintenance et de réparation du matériel impliquent un contact étroit avec le matériel, pouvant être à l'origine de contaminations additionnelles.

De manière plus large, la question des expositions par des contacts indirects avec des surfaces contaminées (ex : bâtiments traités, véhicules divers utilisés sur l'exploitation, aires de stockage des produits ou de préparation des bouillies...) est à l'évidence insuffisamment explorée et prise en compte dans les expositions des travailleurs. Comme pour le matériel de traitement, une diminution des expositions potentielles associées à ces surfaces contaminées impliquerait une analyse lors de la conception des locaux, des équipements et divers dispositifs présents sur les exploitations, ainsi qu'une réflexion sur l'organisation du travail. À titre d'illustration, il a été proposé aux USA de prendre en compte le stress des animaux dans la conception des baignoires permettant ainsi de réduire les éclaboussures pouvant résulter de leur agitation, et ainsi de limiter les projections immédiates sur les opérateurs, ainsi que le contact différé avec les surfaces contaminées aux abords des baignoires (Grandin, 1997).

6.4 Le rôle des EPI dans la protection des expositions aux pesticides

La mise en œuvre des équipements de protection pour prévenir les expositions aux pesticides comporte de nombreux enjeux juridiques (plusieurs réglementations les concernent) et techniques (du point de vue de leur conception et de leur efficacité). Ces enjeux sont décisifs pour organiser la prévention des risques induits par les expositions professionnelles aux pesticides en agriculture. Ils doivent être analysés à la lumière des connaissances disponibles sur les pratiques d'usages des EPI en situations réelles (pratiques réelles de port, conditions de leur efficacité en situations d'usages, gênes occasionnées...).

La place des EPI dans la hiérarchie des actions de prévention est clairement définie dans le code du travail français, transposant la directive 89/391/CE. Comme rappelé en introduction de ce chapitre, la réglementation sur la santé et la sécurité au travail repose sur une hiérarchisation des actions de prévention où le recours à des équipements de protection ne doit être décidé qu'après avoir tenté de supprimer le danger à sa source. La protection est alors différenciée selon qu'elle est collective (par exemple système d'aspiration et de filtration) et ou individuelle (port de masque, gants, combinaison, etc.). Les équipements de protection individuelle (EPI) doivent alors être considérés comme le dernier rempart contre le danger. Ces principes paraissent pertinents pour l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture, qu'elles entrent ou non dans le champ d'application du code du travail.

Toutefois, les EPI occupent une place prépondérante dans la procédure d'autorisation de mise sur le marché des pesticides et dans les politiques publiques destinées à protéger les travailleurs de l'agriculture exposés à ces produits. C'est pourquoi, bien que la question des EPI ait fait l'objet

d'une saisine distincte (Anses, 2014), le GT a dû intégrer cette dimension dans sa réflexion pour tout à la fois rappeler leur place dans l'éventail des moyens de prévention possibles, et tenir compte des enseignements de la littérature scientifique sur ce thème. Cette réflexion est élaborée principalement à partir du cas des produits phytopharmaceutiques et sur la base d'une revue bibliographique réalisée par le GT et présentée lors du colloque organisé par l'Anses et l'Efsa en octobre 2014 (Garrigou, 2014). La recherche bibliographique a été menée avec les mots-clés suivants : « Pesticides AND (Personal protective equipment) ». Soixante-six (66) publications ont été identifiées sur la base Scopus, 21 sur la base Pascal et 59 sur la base Medline, certaines étant communes aux différentes bases. À partir de la lecture des résumés, 50 publications répondant aux critères d'inclusion ont été retenues pour analyse complète.

Cette analyse bibliographique, nous amène à clarifier la discussion, en différenciant deux phases essentielles en matière d'évaluation des risques liés à l'usage des produits phytopharmaceutiques. D'une part la procédure d'évaluation préalable à l'autorisation de mise sur le marché (AMM) des produits phytopharmaceutiques, prévue par le règlement 545/2011 et abrogée par le règlement 284/2013, phase parfois qualifiée de *pre-marketing* car elle se situe en amont du processus de l'AMM. D'autre part la phase d'évaluation des expositions dans des situations d'usage des produits pour lesquels l'AMM a été délivrée, évaluation parfois qualifiée de *post-marketing*, qui concerne l'efficacité des EPI en situations de travail réelles, non contrôlées.

6.4.1 Évaluation *pre-marketing*, la place des EPI dans l'AMM des produits phytopharmaceutiques

L'évaluation des risques conduite dans le cadre de l'AMM repose sur des modèles d'estimation de l'exposition des utilisateurs avec et sans port d'EPI. Les expositions ainsi estimées permettent d'établir des comparaisons avec les doses considérées comme sans risque pour la santé, c'est-à-dire à l'AOEL (dose acceptable pour l'opérateur).

L'Anses (2012) rappelle que : « *lors de l'évaluation des préparations phytopharmaceutiques, la réglementation prévoit notamment une évaluation des risques pour les utilisateurs (applicateurs, travailleurs agricoles...). Dans ce cadre, l'exposition des travailleurs agricoles est estimée en première approche et en fonction de la pratique agricole à l'aide de modèles qui permettent d'estimer l'exposition de l'opérateur avec ou sans port de protection (gants et/ou vêtement de protection et/ou masque...). Ces modèles ont été élaborés à partir de données expérimentales issues d'études d'exposition en conditions réelles, jugées représentatives de la pratique.* »

En effet, pour les produits phytopharmaceutiques par exemple, si l'exposition estimée à partir de ces modèles est supérieure à l'AOEL, alors l'estimation de l'exposition peut être corrigée grâce à un facteur d'abattement résultant du port d'un EPI. Le facteur de protection attribué à ces EPI est compris entre 90 et 95 %, ce qui revient à faire l'hypothèse que, d'après les modèles utilisés, il est admis que le port d'EPI réduit de 90 à 95 % l'exposition aux produits phytopharmaceutiques. Dit autrement, les modèles acceptent le fait que les EPI et en particulier les combinaisons ne protégeraient pas totalement et qu'elles laisseraient passer 5 à 10 % du produit auquel les utilisateurs seraient exposés. Si, avec ce facteur de protection, l'exposition est inférieure à l'AOEL, alors le risque sanitaire pour les utilisateurs de ce produit est considéré comme acceptable et une AMM peut être accordée.

La procédure d'évaluation préalable à l'AMM est prévue par le règlement 545/2011, abrogé par le règlement 284/2013. Il est indiqué que l'estimation de l'exposition de la personne travaillant dans l'agriculture doit se faire avec un EPI « *efficace, utilisable dans la pratique et disponible sur le marché* » lorsque le niveau d'exposition dépasse l'AOEL (article 7.2.1.1. du règlement de 2013). Jusqu'en 2013, les AMM indiquaient de porter les équipements de protection adaptés sans questionner le fait qu'ils soient disponibles sur le marché ou bien réellement efficaces vis-à-vis du produit phytopharmaceutique utilisé. Depuis, cet aspect a été corrigé pour les produits phytopharmaceutiques, mais il est à noter que, dans ces AMM, les actions portant sur l'organisation, les moyens techniques, les équipements et les mesures de protection collective ne font pas l'objet de préconisations précises.

Dans la littérature internationale, nous avons identifié trois publications qui traitent du rôle des EPI dans les processus d'homologation des produits phytopharmaceutiques lors de la phase de *pre-marketing*. Tiramani *et al.* (2007) présentent le processus d'analyse des risques lors de la phase de *pre-marketing* et deux modèles couramment utilisés (German model et UK POEM). Ils soulignent que ces modèles considèrent que le port des EPI lors de l'application est conseillé comme un facteur de réduction de l'exposition et ce à partir de travaux menés en laboratoire et d'études en champs. Ces auteurs discutent le fait que ces facteurs de réduction ont été établis dans les années 1990 et qu'ils peuvent être considérés comme obsolètes car depuis de nouvelles connaissances ont été produites. À partir de l'examen de 395 scénarios d'exposition pour 52 substances actives, ils concluent que dans certains cas les niveaux d'exposition sont sous-estimés, ce qui interroge le niveau de sécurité réel des applicateurs. Gerritsen-Ebben *et al.* (2007) ont discuté des limites de l'efficacité du port des EPI dans le cadre du processus d'homologation des produits phytopharmaceutiques et ce dans un objectif d'une harmonisation internationale des facteurs de réduction à prendre en compte. Shaw (2010) présente une démarche globale portant sur les vêtements de protection destinés aux utilisateurs de produits phytopharmaceutiques et discute les différentes normes qui permettent d'évaluer la performance des produits phytopharmaceutiques.

Nous avons vu que la question de l'évaluation de l'exposition des agriculteurs aux produits phytopharmaceutiques, lors de la phase de *pre-marketing*, interroge directement l'existence ou pas d'EPI efficaces. Nous avons identifié un certain nombre d'études qui porte sur la qualité intrinsèque des matériaux qui composent ces équipements et leur capacité à protéger efficacement les personnes. Nous retiendrons simplement de l'analyse de différentes publications (Goumenou et Machera, 2001; Karolia et Joshi, 2003; Moody et Nadeau, 1994; Shaw *et al.*, 2001; Staiff *et al.*, 1982; Suri *et al.*, 2001; Tsakirakis et Machera, 2007) qu'elles montrent clairement la complexité de l'évaluation de la performance des EPI, en particulier pour les combinaisons censées protéger les agriculteurs lors de l'usage des pesticides. Il existe une diversité de méthodes qui ne donnent pas forcément les mêmes résultats et ce dans des conditions de tests équivalentes. Enfin, ces évaluations doivent porter sur différents phénomènes : déperleance, pénétration, absorption, perméation. Ces phénomènes qui ne sont en aucun cas équivalents doivent être analysés de manière différente.

Trois (3) publications traitent des processus de normalisation des EPI. Shaw *et al.* (2000) présentent une discussion des trois méthodes de test utilisées pour évaluer la performance des EPI conformément à la réglementation portant sur leur mise sur le marché. Ils encouragent l'ensemble des acteurs à travailler ensemble pour définir une normalisation globale acceptée par tous. Shaw (2012) présente un état des lieux et des perspectives en matière d'EPI protégeant des pesticides. Les questions de réglementation sont abordées. Shaw propose aussi un nouveau processus de standardisation internationale de la performance des EPI et une approche basée sur l'analyse des risques pour choisir les protections adaptées. Hinz *et al.* (2012) proposent des définitions et une catégorisation des protections dans une logique de standardisation en ce qui concerne les cabines et les EPI. Nous pouvons retenir de ces articles que les méthodes d'évaluation de la performance des EPI ne font pas l'objet d'un consensus, ce qui pose de nombreuses questions en termes de l'efficacité des EPI dans des conditions réelles d'usage.

Quoique très peu nombreuses, les publications que nous avons analysées suggèrent que l'évaluation *pre-marketing* de la performance des EPI protégeant des pesticides varie selon les référentiels proposés par les différents pays et que des recherches devraient être menées afin de discuter des limites de ces référentiels et de les corriger.

6.4.2 Évaluations *post-marketing*, les enseignements de la littérature scientifique sur les EPI protégeant des produits phytopharmaceutiques

Dans cette partie nous avons classé les différentes études à partir de deux thématiques. Dans un premier temps, nous allons analyser les études qui ont porté sur l'usage des EPI dans des situations réelles de traitement (c'est-à-dire sans qu'elles soient contrôlées par les

expérimentateurs). Dans un deuxième temps, nous présenterons des données portant sur l'efficacité des EPI.

6.4.2.1 Port des EPI en situation réelle

La plupart des études qui s'intéressent au port d'EPI lors des traitements phytopharmaceutiques agricoles constatent un écart significatif entre les pratiques effectives et les pratiques prescrites à l'issue de la procédure d'AMM.

Dix-sept (17) publications se sont intéressées aux raisons pour lesquelles des personnes travaillant dans l'agriculture se conforment ou non aux prescriptions en matière de port d'EPI. Les pratiques de port des EPI diffèrent selon les contextes de travail, les populations concernées et les pays mais, dans la plupart des publications retenues, il est constaté que le port des EPI est inférieur aux prescriptions (Blanco-Munoz et Lacasana, 2011; Cerruto *et al.*, 2008; DellaValle *et al.*, 2012), et ce même s'il est montré que la grande majorité des utilisateurs de produits phytopharmaceutiques sont conscients qu'ils devraient en porter (Matthews, 2008). Macfarlane *et al.* (2008) montrent que, chez des producteurs de céréales en Australie, la fréquence du port des EPI est très faible. Dans une étude ultérieure, Macfarlane *et al.* (2013) soutiennent que l'utilisation des EPI réduit l'exposition aux phytopharmaceutiques mais ils soulignent que ces EPI sont très peu adaptés aux conditions réelles des applicateurs finaux. Perry *et al.* (2002) montrent, dans une étude portant sur des producteurs de céréales aux États-Unis, que le port complet des EPI lors de l'usage des trois produits phytopharmaceutiques les plus courants est très faible et concerne moins de 10 % des agriculteurs impliqués dans l'étude. Nicol et Kennedy (2008) rapportent dans le cadre d'une étude réalisée par téléphone en Colombie-Britannique que deux tiers des personnes qui travaillaient déclaraient porter des EPI durant la phase d'application, les gants étant largement portés. Il est à noter que les types d'EPI et leurs caractéristiques ne sont pas décrits. Seuls Coffman *et al.* (2009) présentent une étude sur un groupe d'applicateurs de pesticides certifiés aux États-Unis et jugent que le port des EPI est satisfaisant.

Concernant les raisons de ces défauts de port d'équipements, plusieurs études soulignant qu'il ne résulte pas forcément d'un défaut d'information.

Stone *et al.* (1994), à partir d'une étude par mail chez des applicateurs de produits phytopharmaceutiques dans des serres de l'Iowa, ont montré que la différence de statut, employé ou bien travailleur indépendant, n'expliquait pas les différences dans le port des EPI. Blanco-Munoz et Lacasana (2011) ont montré lors d'une étude portant sur 99 travailleurs agricoles mexicains que le port des EPI était très faible, de l'ordre de 2 % et que cela ne variait pas en fonction du niveau d'éducation, de la période de l'année ou bien de la perception des risques liés à l'usage des pesticides.

Dans une étude menée chez de petits agriculteurs colombiens, Feola et Binder (2010) ont montré que les normes sociales peuvent influencer le port ou le non port d'EPI. Différents facteurs ont été identifiés : comme le fait pour les travailleurs agricoles d'avoir expérimenté eux-mêmes des effets sur la santé liés à l'usage des pesticides, l'âge, l'expérience de la réalisation d'activités de traitement ou bien la perception par les travailleurs agricoles que le port des EPI empêche la réalisation du travail. Ils concluent sur le fait de développer des actions intégrant les dimensions sociales liées au port d'EPI, des actions à mener sur le long terme, une prise en compte de l'expérience déjà développée par les agriculteurs et la prise en compte de la dimension collective dans le port des EPI. Cameron *et al.* (2006) ont étudié le port des EPI chez 425 travailleurs migrants de l'agriculture en Floride et dans l'Illinois. Il a été constaté une mise à disposition faible des EPI par les entreprises agricoles alors même que des symptômes liés à des expositions aux pesticides (irritations de la peau et problèmes respiratoires), en particulier lors des phases de réentrée, étaient notés.

Perry et Layde (2003) présentent les résultats d'une intervention contrôlée et randomisée faisant suite à un programme de formation chez 400 producteurs de céréales. L'évaluation, menée six mois après la formation, montre des effets significatifs sur le port des gants et la réduction du nombre de formulations utilisées. En revanche, la formation a eu peu d'impacts sur le port complet des EPI.

Park *et al.* (2009) et De Almeida *et al.* (2012) abordent les problèmes de confort thermique posés par le port des combinaisons de protection. Ces études concluent que le port des EPI peut entraîner des problèmes de thermorégulation importants, voire graves, et ce d'autant plus dans des conditions climatiques chaudes et humides.

Il faut souligner que la majorité de ces études a été conduite sur la base de questionnaires ou d'entretiens généraux, se basant sur les déclarations des agriculteurs et des ouvriers agricoles, en matière de prévention et de protection et non sur l'observation de pratiques réelles. Le type d'EPI porté ou bien à porter n'est généralement pas décrit de façon précise et l'efficacité réelle de ces EPI et des mesures de prévention n'est pas discutée.

L'analyse de ces articles montre que les situations sont contrastées : 1) La majorité rapportent un défaut de port d'EPI. 2) Différentes raisons explicatives sont explorées. Le niveau de formation ne paraît pas déterminant. D'autres éléments ressortent de l'analyse comme entravant le port d'EPI, par exemple les questions d'inconfort thermique et de gênes mécanique occasionnés par les EPI.

Pour autant pratiquement toutes les études concluent à la nécessité de développer des actions de formation au port des EPI.

6.4.2.2 Efficacité de la protection conférée par le port des EPI

Douze (12) publications ont analysé l'efficacité des EPI contre les produits phytopharmaceutiques dans le cadre d'études de terrain.

Machera *et al.* (2009) ont comparé l'efficacité de deux combinaisons déjà testées du point de vue du confort thermique lors d'une utilisation dans le sud de l'Europe. L'exposition cutanée a été mesurée lors de 22 applications réalisées par 11 travailleurs en Crète. L'une des combinaisons était composée d'un matériau coton/polyester traité avec un produit déperlant et l'autre d'un matériau en coton tissé sans traitement déperlant. Ils concluent que, dans les conditions de l'étude, les deux combinaisons offrent une meilleure protection que celle indiquée dans les modèles prédictifs de l'exposition. Tsakirakis *et al.* (2014) ont mené une étude portant sur la mesure de l'exposition chez cinq applicateurs de fongicides dans la viticulture et ont comparé les résultats obtenus avec ceux estimés par le *German model* en intégrant le facteur de réduction lié au port des EPI. Ils montrent que pour ces cinq applicateurs, l'exposition mesurée est globalement 2,2 fois plus faible que l'exposition estimée par le *German model*.

Espanhol-Soares *et al.* (2013) ont mené au Brésil, une étude de l'efficacité des protections corps entier des vêtements de protection (combinaisons) dans le cas d'application de glyphosate avec un pulvérisateur à dos. La méthode utilisée a compris des tests en laboratoire à l'aide d'un mannequin et des mesures sur des opérateurs en champs. Une combinaison testée était en coton traité avec un produit déperlant et la deuxième en coton/polyester traité avec un produit déperlant. Ils montrent que, dans les conditions de l'étude, l'efficacité de la combinaison coton traité déperlant est de 95,4 % et 94 % après 30 utilisations et lavages ; celle de la combinaison coton/polyester traité déperlant est de 94,3 % et de 75,8 % après 30 utilisations et lavages.

Lander et Hinke (1992) ont mené une étude au Danemark chez des producteurs de fleurs à partir d'analyses de prises de sang. Ils montrent que le port des EPI semble être une habitude et que le port d'une protection corps entier offre une protection élevée en ce qui concerne l'exposition cutanée. Tácio *et al.* (2008) ont mené une étude sur l'efficacité de vêtements traités déperlants chez des conducteurs de tracteur lors de traitements dans des vergers de goyaviers au Brésil. Pour les deux combinaisons traitées déperlant, l'efficacité dans le contrôle de l'exposition cutanée a été estimée à 96,7 % et 96,2 %. Les mêmes auteurs ont aussi mené une étude en 2009 (Tácio *et al.*, 2010) sur l'exposition des travailleurs lors de la préparation de traitements phytopharmaceutiques avec des pulvérisateurs équipés de cuves de 2 000 L, toujours dans la culture de la goyave. Ils ont comparé deux vêtements de protection traités déperlant, qui ont offert une protection de 93 et 94 %.

Rutz et Krieger (1992) ont étudié l'exposition aux phytopharmaceutiques des préparateurs et des applicateurs en Californie. Ils ont souligné que l'urgence était de mettre en place des contrôles

techniques et administratifs plutôt que de ne faire reposer la prévention des expositions que sur le port des EPI. La pulvérisation manuelle des produits phytopharmaceutiques est présentée comme le risque majeur d'exposition même si les phases de manipulation et de maintenance des matériels contaminés sont aussi considérées comme sources d'exposition. De même, la voie de pénétration cutanée a été estimée comme prépondérante (entre 87 et 95 %). Enfin, ces auteurs concluent à la nécessité d'engager des travaux impliquant les fabricants, les autorités et les utilisateurs, afin de développer de nouveaux systèmes améliorant la sécurité lors de la manipulation de produits phytopharmaceutiques.

Vitali *et al.* (2009) ont mené une étude de l'exposition d'agriculteurs sous-traitants italiens lors de 10 traitements complets. L'étude montre la prédominance de l'exposition par voie cutanée par rapport à la voie respiratoire. Elle montre aussi que des EPI complets et que des tracteurs correctement équipés offrent un niveau élevé de réduction de l'exposition. Elle souligne aussi une grande diversité de niveau d'exposition selon les situations analysées. Van der Jagt *et al.* (2004) ont mené une étude sur l'efficacité d'un programme de port d'EPI (protection complète) en Hollande sur 15 opérateurs réalisant des préparations et des applications avec du chlorpyrifos. L'étude a compris une évaluation de l'exposition cutanée potentielle, l'exposition cutanée réelle, l'exposition respiratoire et la dose interne mesurée par le dosage de métabolites urinaires. L'étude montre que le programme de port des EPI divise par quatre les niveaux d'exposition cutanée. Les dosages de métabolites ont montré une décroissance après le programme de port d'EPI, mais ils restent difficiles à interpréter en particulier du fait de variabilités inter-individuelles fortes. Protano *et al.* (2009) ont mené une étude sur la performance des vêtements de travail (non considérés comme EPI) pour protéger la peau des produits phytopharmaceutiques lors de traitement en champs, à l'aide d'une mesure du facteur de pénétration. L'étude montre que les vêtements en coton offrent un facteur de protection situé entre 84 et 92 %. Elle souligne des niveaux de perméabilité très différents selon les types de matériaux en coton. Moore *et al.* (2014) ont étudié l'efficacité de la protection des vêtements de tous les jours vis-à-vis de la pénétration cutanée des organophosphorés, et ce à partir d'un modèle *in vitro* de la peau humaine. Les résultats montrent que la majorité de la dose appliquée était retenue par les vêtements de tous les jours, avec des variations selon les produits concernés. En revanche, Leme *et al.* (2014) ont mené une étude sur l'efficacité des EPI pour protéger les applicateurs de malathion. L'étude montre que le malathion passe au travers des combinaisons de protection et que les applicateurs sont exposés même s'ils portent des EPI. Dans le cas de ces deux études, nous pouvons noter des résultats qui paraissent contradictoires.

Keifer (2000) a mené une revue bibliographique portant sur l'efficacité des interventions destinées à réduire l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. La plupart des études identifiées ne concernent que des tests d'EPI en champs portant sur des effectifs faibles (20 personnes au maximum). Ces études montrent que les EPI réduisent l'exposition aux pesticides. L'auteur conclut à la nécessité d'évaluer les interventions sur leur capacité à réduire l'exposition chez les populations actuelles de personnes travaillant dans l'agriculture. Enfin, aucune évaluation d'initiatives réglementaire n'a été trouvée.

Au total, la plupart de ces études concluent que le port d'EPI réduit l'exposition aux produits phytopharmaceutiques de manière très efficace, même s'il est souligné une hétérogénéité importante des niveaux d'exposition y compris au sein d'une même étude. Une étude conclut que le port de vêtement de tous les jours peut réduire fortement l'exposition aux produits phytopharmaceutiques des personnes travaillant dans l'agriculture.

La grande majorité de ces études a été réalisée dans des conditions contrôlées, à savoir avec des EPI neufs (choisis par les chercheurs) que les agriculteurs doivent porter et qui sont changés régulièrement. Ceci ne correspond pas aux pratiques habituelles des agriculteurs. Une diversité de techniques et de protocoles d'évaluation de l'exposition doit être notée, ce qui peut expliquer des différences importantes dans les résultats. Nous pouvons noter qu'un très faible nombre d'études publiées a validé la performance en termes de protection contre les produits phytopharmaceutiques des vêtements coton/polyester traités déperlant ou bien des vêtements dits « de travail ». Seulement deux études mettent en avant un niveau insuffisant de l'efficacité de la protection. Elles concluent toutes sur la nécessité de mener des études complémentaires.

Nous n'avons identifié qu'une étude portant sur l'efficacité des EPI en situation d'usage réel *post-marketing* (Garrigou *et al.*, 2011). Cette étude est présentée dans la revue de la littérature sur la France et dans le volume 2 du présent rapport, elle a produit des résultats contre-intuitifs qui montrent la nécessité de faire des mesures d'exposition en situation réelle. Ainsi, ces données permettent de comparer les doses de pesticides mesurées à partir de patches collés sur la peau selon que les agriculteurs portent ou non des vêtements de protection (vêtement ou bleu de travail, combinaison protégeant des projections sous forme d'aérosols) et ce pour les phases de préparation, d'application et de nettoyage. Une analyse par médiane des valeurs de contamination montre que, lors de la phase de préparation, les niveaux de contamination de la peau sont globalement équivalents entre les viticulteurs qui portent des combinaisons considérées comme EPI et ceux qui n'en portent pas. Lors de la phase d'application, ceux qui ne portent pas d'EPI sont globalement deux fois moins contaminés que ceux qui en portent. Enfin, lors de la phase de nettoyage ceux qui ne portent pas d'EPI sont globalement trois fois moins contaminés que ceux qui en portent.

Une analyse plus approfondie a montré que les EPI, dont le port a longtemps été conseillé par les institutions de prévention, n'avaient jamais été testés avec les substances actives contenues dans les produits phytopharmaceutiques dont l'utilisation est observée lors de l'étude, ce qui constitue une faille majeure dans le processus d'évaluation des risques. Les produits testés pour évaluer la résistance à la perméation des combinaisons sont en fait des acides et bases couramment utilisés dans l'industrie. Ils correspondent aux produits proposés par les normes de tests des EPI.

Cela signifie que les EPI portés lors de cette étude étaient susceptibles d'avoir une résistance insuffisante au phénomène de perméation des pesticides au travers des matériaux de protection. La perméation est un phénomène de passage des produits chimiques à l'échelle moléculaire au travers des matériaux qui constituent les combinaisons. Ce phénomène est différent de celui de la pénétration qui ne concerne que le passage des produits chimiques au travers des imperfections du matériau : micro-trous, coutures, etc. Dans le cas qui nous intéresse, les pesticides pouvaient donc passer au travers de la combinaison et s'accumuler à l'intérieur de celle-ci. De plus, des mauvaises conditions de stockage, de nettoyage voire d'usage d'EPI dits jetables tout au long d'une saison (voire plus), ont pu renforcer leur contamination et par là même celles des agriculteurs.

Suite à cette étude, la DGT a lancé une saisine auprès de l'Afsset (2010) qui a confirmé un problème de perméation (passage au niveau intramoléculaire des pesticides au travers des matériaux constituant les combinaisons) pour des EPI neufs. De nombreuses substances pouvaient alors passer en moins de 10 minutes (en conditions d'essais de laboratoire) au travers des matériaux de la combinaison.

Cette étude a souligné qu'il n'existe pas de matériau de combinaisons offrant une protection générique contre toutes les familles de pesticides. L'efficacité de la résistance à la perméation des pesticides doit s'envisager comme une relation entre la matière active du pesticide et ses adjuvants et la composition du matériau de la combinaison.

6.4.3 Conclusion

1) Il ressort de la revue bibliographique que les études qui se sont intéressées à l'efficacité des EPI ont été principalement conduites dans des conditions contrôlées (à savoir usage de combinaisons adaptées et neuves, changées à chaque phase [une seule exception dans les articles identifiés]). Ces études en conditions contrôlées peuvent ne rendre compte que très partiellement des pratiques réelles des agriculteurs, que cela soit au niveau des conditions de réalisation des activités de préparation, d'épandage, de nettoyage ou de réentrée, comme des pratiques réelles de port des équipements de protection. Ceci pourrait conduire à surestimer le niveau de protection dans les situations réelles de travail où, par exemple, une combinaison de travail dite jetable peut être utilisée toute la saison et non remplacée à chaque usage. De plus, il semble déterminant d'analyser la performance des EPI en prenant en compte les mélanges potentiels des produits pesticides lors des traitements.

Ces limites des connaissances sur le port et l'efficacité des EPI en situation réelle de travail sont préoccupantes, dans la mesure où ils représentent une des clefs de voûte permettant la délivrance de l'AMM, sur laquelle peut reposer la garantie « théorique » de non-dépassement de l'AOEL (*Acceptable operator exposure level*) dans les procédures de *pre-marketing* prévues par la directive encadrant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques (règlement 284/2013).

La pertinence de ces procédures suppose que les EPI qui conditionnent les AMM sont effectivement disponibles sur le marché et utilisables dans la pratique, que leur prix permet leur achat et leur renouvellement pour l'ensemble des exploitations agricoles, qu'ils sont efficaces pour éviter le passage des substances au travers des matériaux qui les composent y compris pour des mélanges de substances, et qu'ils sont réellement portés selon les modalités prescrites, par toutes les personnes qui travaillent dans l'agriculture en dépit de la pénibilité qu'ils peuvent engendrer. Or, même si le nombre d'études au niveau du *post-marketing* portant sur l'efficacité des EPI pour se protéger des pesticides en situation réelle et non contrôlée est faible, d'ores et déjà les informations disponibles font douter de la possibilité de remplir simultanément toutes ces conditions. En particulier :

- pour diverses raisons, les prescriptions de port d'EPI associées aux produits peuvent être difficiles, voire impossibles à mettre en œuvre dans les conditions de la pratique (gêne importante de la thermorégulation lors de travaux sous des températures ambiantes élevées ou associés à des efforts importants, qui peuvent générer de nouveaux risques en termes d'épuisement, de coup de chaleur ou de syncope ; multiplicité des produits manipulés requérant des changements d'EPI fréquents, parfois plusieurs fois par jour, et ce en fonction du type de produits utilisés [phytopharmaceutiques, biocides, produits vétérinaires], etc.) ; *de facto*, sur le terrain, les observateurs convergent pour rapporter des écarts importants aux prescriptions ;
- les conclusions de l'étude qui a mis en évidence la faible résistance des combinaisons (de type 5 ou 4 y compris certaines de type 3) à la perméation des pesticides (Garrigou *et al.*, 2011) montrent que la question de l'efficacité des protections apportées par les EPI en situation réelle ne va pas de soi ; elles soulignent la nécessité de s'assurer que les EPI, auxquels font référence les procédures d'AMM, existent réellement et qu'ils ont été testés par des études indépendantes du point de vue de leur résistance aux phénomènes de perméation et de pénétration en laboratoire comme en situations réelles.

Par conséquent, il apparaît que les personnes travaillant dans l'agriculture peuvent être exposées à des dangers plus grands que ceux qui sont envisagés, dangers aux conséquences plus ou moins graves, selon les caractéristiques toxicologiques des substances actives contenues dans les pesticides.

Il est donc nécessaire de tenir pleinement compte des difficultés rencontrées sur le terrain pour que le niveau de protection procuré par les EPI ne soit pas surestimé dans les procédures de délivrance des AMM comme dans les interventions de prévention.

2) Concernant l'évolution des EPI, la tendance actuelle des procédures d'évaluation réglementaire des risques liées aux pesticides est de préconiser les bleus de travail en coton/polyester déperlants comme équipement de protection (voir le volume « Exposition et homologation des pesticides » du présent rapport, p. 17, pour la cas de la réentrée en arboriculture). Il est à noter que, pour l'instant, ce type de vêtement ne répond pas aux exigences fixées par la directive européenne portant sur les EPI (directive 89/686/CEE). En l'état, ils ne peuvent donc prétendre au statut d'EPI. Il est nécessaire de rajouter que leur résistance au phénomène de perméation est très faible. Dans certains cas, il peut être recommandé de porter des EPI additionnels comme des tabliers en PVC. Des résultats de travaux produits par l'industrie ont montré que de tels tabliers en PVC avaient eux-aussi des performances très variables du point de vue de la résistance à la perméation et ce en fonction de la substance active des pesticides.

Si, à l'avenir, des fabricants d'EPI sont en mesure de concevoir des bleus de travail coton/polyester déperlants protégeant efficacement des pesticides en situation réelle, il est nécessaire d'anticiper le fait que les agriculteurs ont l'habitude de considérer les bleus de travail comme des vêtements de travail ordinaires et non comme des moyens de protection contre le risque chimique. Cette confusion des catégories peut se révéler très dommageable. Ces « bleus de travail » utilisés pour se protéger des expositions chimiques, s'ils sont ensuite utilisés comme des bleus de travail ordinaires peuvent véhiculer les pesticides qui s'y sont déposés et générer des contaminations des espaces de travail, des lieux de vie, des véhicules tout comme de la sphère domestique.

3) Enfin, il apparaît nécessaire de tenir compte dans l'évaluation du rôle que peuvent jouer les EPI dans la prévention de phénomènes qui font l'objet de préoccupations grandissantes :

- les effets générés par des expositions cumulées à différents produits à plus ou moins faibles doses. En effet, compte tenu de la rémanence des produits sur le végétal comme sur le matériel ou les EPI, les agriculteurs ne sont pas seulement exposés à la substance utilisée le jour du traitement, mais bien à l'ensemble des substances qui ont pu s'accumuler sur différents supports. Ce constat vient questionner la robustesse des modèles toxicologiques qui abordent les risques produit par produit ;
- l'apparition sur le marché de pesticides intégrant des particules de taille nanométrique qui vient remettre en cause les tests classiques de l'efficacité des EPI, tests dont la performance est déjà parfois problématique avec des produits chimiques de taille non nanométrique (Stone *et al.*, 2010). En effet, à partir des données disponibles sur la prévention des risques liés à l'usage de produits chimiques de taille nanométrique, nous pouvons faire l'hypothèse d'une résistance plus faible des EPI (masques, combinaisons et gants) à la pénétration comme à la perméation de tels produits.
- la question des substances actives ayant potentiellement des effets à faible dose (Chalouati *et al.*, 2015) vient interroger l'efficacité réelle des EPI. En effet, la résistance relative des EPI et en particulier en ce qui concerne les combinaisons ou les vêtements de travail coton/polyester traités déperlant à la perméation et à la pénétration des pesticides, questionne la pertinence-même d'une démarche de prévention reposant sur les EPI. En effet, dans la mesure où la protection offerte par les EPI ne peut techniquement être de 100 %, la question des contaminations résiduelles à l'intérieur des EPI doit être abordée en tant qu'effet avec des faibles doses. Cette problématique s'applique en particulier aux substances phytopharmaceutiques classées comme CMR (cancérogènes, mutagènes ou reprotoxiques) ou bien celles pouvant contenir des perturbateurs endocriniens (Gely-Pernot *et al.*, 2015).

La discussion précédente, qui a principalement porté sur les produits phytopharmaceutiques, doit être étendue aux biocides mais aussi aux produits vétérinaires pour lesquels la prise en compte des EPI dans les procédures *pre* et *post-marketing* est moins documentée.

6.5 Le conseil aux personnes travaillant dans l'agriculture pour prévenir le risque chimique

6.5.1 Le système de connaissance et d'information agricole

De nombreux travaux ont montré que tous les acteurs des « systèmes de connaissance et d'information agricole » (SCIA /AKIS) (Labarthe *et al.*, 2013) doivent être pris en compte pour saisir la façon dont les connaissances relatives à une question technique s'élaborent, s'échangent et se capitalisent, et pour concevoir des leviers d'action adéquats aux objectifs poursuivis : dispositifs de conseil, organismes de formation, instituts de recherche, services de diffusion de l'information,

instances de coordination dans les services de l'État, etc. En effet, les connaissances relatives aux dangers des pesticides pour la santé humaine et aux précautions qui doivent être prises par les personnes travaillant dans les exploitations agricoles circulent et se construisent selon diverses modalités mettant en jeu différents types d'acteurs. Elles impliquent un degré d'interactions variable entre les personnes, depuis certaines formes de conseil qui permettent une co-construction des problèmes et des solutions entre conseiller et agriculteur par exemple, jusqu'à des formes de simple diffusion d'informations standardisées.

Le conseil et la diffusion d'informations sont généralement considérés comme des moyens privilégiés pour réduire les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. Des centaines d'articles présents dans la littérature internationale qui traitent des impacts négatifs des pesticides se terminent par un appel à améliorer les dispositifs de conseil et d'information (Laurent *et al.*, 2014a). Toutefois, jusqu'à assez récemment les travaux qui tentaient de mesurer de façon rigoureuse l'efficacité des diverses interventions de conseil pour réduire les expositions aux pesticides étaient rares (Rautiainen *et al.*, 2010). Ce constat reste vrai pour l'Europe. En France, l'analyse de la littérature scientifique, de rapports administratifs et des auditions conduites par le GT n'a permis d'identifier aucune évaluation de ce type.

Une revue de la littérature sur ce thème (Laurent *et al.*, 2014a) montre en effet que plusieurs types d'interventions de conseil ont été testés récemment de façon méthodique, en particulier aux États-Unis et en Amérique latine. On observe ainsi que les effets escomptés ne sont pas toujours au rendez-vous mais l'évaluation de certaines interventions montre leurs effets positifs en matière de prévention. Divers indicateurs d'efficacité ont été utilisés à cette fin : mesure des connaissances acquises (Quandt *et al.*, 2013), niveau d'exposition mesuré et biomarqueurs (Thompson *et al.*, 2008), changements de pratiques (Rautiainen *et al.*, 2010), mesure d'effets de santé (Donham *et al.*, 2007)... Tous ces travaux insistent sur l'importance du contexte social, culturel et économique pour concevoir les modalités de l'intervention et l'ajuster à des groupes cibles particuliers. Autrement dit, ces travaux peuvent être une source d'inspiration méthodologique pour concevoir des interventions en France mais leurs résultats ne sauraient être transposés purement et simplement.

En France, deux ensembles réglementaires principaux et indépendants encadrent les interventions en matière de prévention des risques professionnels et de santé au travail lié à l'usage des pesticides :

- Le premier s'inscrit dans la continuité de la déclinaison pour l'agriculture de la réglementation française sur la prévention des risques professionnels et de la santé au travail. La définition et la fixation des objectifs de la politique de prévention des risques professionnels sont confiées au ministre en charge de l'agriculture (article R. 751-154 du code rural). La responsabilité de mettre en œuvre les actions de prévention au niveau de leurs départements respectifs (article R. 751-157), en cohérence avec l'action des services de santé au travail (article R. 717-43), est confiée aux organismes de la mutualité sociale agricole (MSA).
- Le second, plus récemment instauré, correspond à la déclinaison française des recommandations de la directive européenne 2009/128/CE du « paquet pesticides ». Cette directive préconise des interventions des États membres en matière d'information, de formation et de conseil pour les utilisateurs de produits phytopharmaceutiques et de biocides. Elle a été traduite en France par divers types d'actions : interventions dans le cadre du plan Ecophyto, promulgation de procédures réglementaires détaillées réformant et encadrant les modalités de délivrance et de conseil des produits

phytopharmaceutiques²⁹, mise en place de modules de formation professionnelle spécifiques (Certiphyto, Certibiocides)...

6.5.2 Le conseil

6.5.2.1 Trois types de conseillers

Le « conseil », individuel ou de groupe, suppose des interactions directes entre le prestataire et le bénéficiaire de ce service. En France, trois grandes catégories de personnes sont susceptibles de délivrer du conseil permettant de réduire les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans les exploitations agricoles :

1) **Le conseil prévention indépendant.** Il regroupe, à la MSA, les conseillers prévention (n = 280), les médecins du travail (n = 320) et les infirmiers de santé (n = 100). L'effectif de ce personnel est extrêmement réduit au regard du public potentiel de leurs interventions (1,2 million d'« actifs agricoles permanents » au sens MSA, incluant deux tiers de personnes faisant partie de la main-d'œuvre des exploitations et un tiers de personnes d'autres entreprises du secteur [tertiaire agricole, IAA], plusieurs centaines de milliers de travailleurs occasionnels). Ce personnel consacre une partie importante de son activité aux entreprises employant des salariés et donc soumises au code du travail. De plus, les médecins du travail et infirmiers ne font pas que de la prévention et ont une part significative de leur temps consacré aux consultations. Par conséquent, actuellement, une partie de la population des personnes travaillant dans les exploitations agricoles (notamment celles qui n'emploient pas de salariés et sont donc hors du champ du code du travail) est en partie à l'écart du dispositif de prévention des risques professionnels et de la santé au travail prévu par le code rural. De plus, le risque chimique n'est pas toujours abordé dans le conseil prévention qui doit aussi traiter d'autres problèmes (accidents liés à la manipulation d'animaux, à l'utilisation de machines, zoonoses, troubles musculo-squelettiques, etc.). Certaines situations d'exposition se trouvent ainsi dans des angles morts du dispositif de prévention (par exemple expositions à des biocides dans des exploitations sans salariés).

2) **Le conseil « lié » ou « dépendant ».** Il est délivré par des personnes appartenant à des entreprises ayant des activités commerciales concernant des biens matériels (intrants, produits agricoles, machines agricoles...) et pouvant bénéficier de l'utilisation de pesticides (entreprise vendant des intrants, entreprises collectant des produits de l'exploitation et ayant un intérêt à garantir un volume de production ou des caractéristiques de produit dépendant de l'usage de pesticides, vétérinaires libéraux délivrant des médicaments, pharmaciens, magasins vendant des biocides, fabricants de matériel...).

Les personnes délivrant du conseil dans ces conditions (parfois appelé conseil « lié ») sont beaucoup plus nombreuses que le personnel MSA (n > 10 000)³⁰ sans que l'on puisse évaluer le nombre d'ETP effectivement consacrés à du conseil ayant à voir avec l'utilisation de pesticides.

²⁹ Fin 2011, une série de décrets fixant les conditions de délivrance, de renouvellement, de suspension et de retrait des agréments des entreprises et des certificats individuels pour la mise en vente, la distribution à titre gratuit, l'application et le conseil à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques ont été promulgués (décret n° 2011-1325 du 18 octobre 2011 et suivants, ensuite actualisés [30 juin 2014]). Ils précisaient les conditions de mise en œuvre de l'article 98 de la loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, loi s'inscrivant elle-même dans la continuité de la directive européenne 2009/128/CE instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable.

Pour les produits phytopharmaceutiques, une réglementation récente prévoit que les activités de conseil soient séparées de l'activité de vente. Les personnes peuvent appartenir à la même entreprise mais la rémunération des conseillers doit alors être indépendante de la quantité de produits vendus. Outre le fait que ce système a peu de chances d'aboutir à la promotion active de technologies alternatives à l'usage de pesticides lorsque les entreprises n'y ont pas intérêt, ce principe ne s'applique ni aux médicaments vétérinaires, ni aux biocides. De plus, pour ces trois types de produits, les personnes dont l'activité est en lien avec les bénéfices procurés par la vente des produits ont peu intérêt à insister sur les risques sanitaires et environnementaux des pesticides, ce qui peut avoir un impact direct sur la perception de ces risques par les personnes travaillant dans les exploitations agricoles.

3) **Le conseil technique indépendant.** Il est délivré par des personnes appartenant à des entreprises n'ayant aucune activité commerciale concernant des biens matériels (intrants, produits agricoles, machines agricoles...) : conseillers de Chambres d'agriculture (n = 5 500), conseillers d'organisations professionnelles agricoles (ETA, GDS...) (n > 3 500), consultants privés...

Pour les deux derniers ensembles de prestataires de conseil, l'activité de conseil lié à la délivrance ou à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques, doit être le fait d'entreprises « certifiées » qui ont des obligations de moyens (formation des conseillers, information des clients, etc.) qui sont détaillées dans un référentiel publié par décret³¹.

6.5.2.2 Plusieurs sources de difficulté

Ces dispositifs pourraient donner à penser que les personnes travaillant dans l'agriculture bénéficient d'une offre diversifiée et complémentaire de conseils visant à réduire l'utilisation des pesticides et les expositions. Mais les auditions, l'analyse de la littérature et des entretiens conduits dans les études de cas font ressortir au contraire les difficultés rencontrées dans les conditions de la pratique par les différents acteurs, qu'il s'agisse des conseillers, des personnes travaillant dans les exploitations agricoles ou de responsables professionnels. Ces difficultés ont plusieurs sources qui sont autant de leviers d'action qui doivent être considérés pour réorganiser le conseil, ainsi que le GT le recommande (chapitre 8).

Le GT note en particulier :

- la faiblesse des moyens mis en œuvre pour un conseil en prévention indépendant, qui conduit à ce qu'une partie significative des personnes travaillant dans l'agriculture ne bénéficient pas de conseil en prévention visant à réduire les expositions aux pesticides. Il paraît nécessaire que les pouvoirs publics précisent les objectifs de la prévention en matière d'exposition professionnelle aux pesticides en agriculture (populations cibles, types d'intervention, actions prioritaires...), qu'une estimation précise des moyens nécessaires pour atteindre ces objectifs soit faite (nombre d'heures de conseillers notamment) et qu'elle soit comparée aux moyens actuellement disponibles afin de mettre en place des actions correctrices pour réintégrer dans le champ des actions de prévention les personnes qui en sont actuellement exclues.
Ce diagnostic doit inclure toutes les régions françaises y compris les DOM-CROM où l'organisation du conseil et de la prévention est sensiblement différente de la métropole.
- le peu d'attention portée à une prévention **globale** du risque chimique ; le cloisonnement entre les domaines d'intervention (phytopharmaceutiques, médicaments vétérinaires,

³⁰ n > 7 500 pour les coopératives, n > 2 600 pour les négociants privés + vétérinaires + pharmaciens + vendeurs de biocides Labarthe P (2014) AKIS and advisory services in France. Report for the AKIS inventory (WP3) of the PRO AKIS project. Inra, 43p.

³¹ Cf. Décret du 18 octobre 2011 et ses actualisations.

biocides) et entre préconisation par produit au sein d'un domaine (étiquettes, FDS, RCP), reportée en partie sur les personnes travaillant dans les exploitations la charge d'intégrer les prescriptions et de concevoir ce que seraient de « bonnes pratiques » dans les conditions de leur activité ; la réflexion sur l'amélioration du conseil pour réduire les expositions aux pesticides ne doit pas se focaliser sur les seuls domaines où des perspectives de financement paraissent plus simples (produits phytopharmaceutiques/taxe gérée par l'Onema).

- le développement de conseil fondé sur des logiciels d'aide à la décision et les nouvelles technologies de l'information, multipliant les alertes (par SMS, message mail...) « incitatives » sans interaction permettant de relativiser la nécessité de traiter et de tenir compte des dimensions de santé et sécurité au travail ;
- le déficit de connaissances et de diffusion des connaissances existantes pour concevoir des mesures de prévention et de protection (par exemple sur les solutions agronomiques permettant de réduire l'usage de pesticides sans courir de risque économique jugé plus important que le risque sanitaire, sur les situations exposantes...), le déficit de réflexions sur des d'outils d'aide à la décision permettant aux divers acteurs de raisonner les arbitrages entre objectifs de production, protection de la santé et protection de l'environnement (cf. exemple infra canadien de Sage Pesticide) et de traiter de façon raisonnée des enjeux de différents types de substitution.
- l'absence de dispositif coordonné de « back office » (veille scientifique, synthèse et mise à jour des prescriptions de sécurité, bases de données partagées sur les mesures d'exposition, les pratiques engendrant moins d'expositions, etc.) accessible aux divers types de conseillers et aux personnes travaillant dans l'agriculture ;
- la difficulté pour accéder à, et interpréter l'information réglementaire sur la santé et sécurité (fiches de données de sécurité [FDS], résumé des caractéristiques des produits [RCP]...) ; il n'y a pas de site informatique centralisé où la totalité des FDS et des RCP sont accessibles à tous et régulièrement actualisées ; FDS et RCP ne sont pas systématiquement disponibles sous forme papier alors qu'une fraction significative des personnes travaillant dans l'agriculture n'a pas d'accès professionnel à internet ;
- la difficulté à traduire l'information réglementaire en principes opérationnels dans les conditions de la pratique sur les exploitations ;
- la non-prise en compte des coûts de prévention (organisation de chantier, matériel, achat et renouvellement des EPI...) dans les calculs technico-économiques utilisés pour éclairer les décisions de production ;
- les conflits d'intérêt entre différentes fonctions (vente de produit, prescription d'utilisation, mises en garde pour la santé des utilisateurs, formation) pour les cultures (Aujas *et al.*, 2011; Vanloqueren et Baret, 2008) comme pour l'élevage (cf. étude de cas) qui peuvent conduire à minimiser le danger des produits et entravent la promotion active de techniques alternatives permettant de réduire les usages de pesticides ;
- le recouvrement des compétences entre divers dispositifs d'accompagnement (MSA, fournisseurs de pesticides, conseil technique indépendant) et l'absence de coordination entre leurs interventions ; ceci conduit, d'une part, à la délivrance de conseils pouvant être contradictoires, reportant sur les personnes travaillant dans les exploitations la responsabilité de concevoir la moins mauvaise solution et, d'autre part à une dilution des responsabilités qui fait que des pans entiers de la population agricole sont à l'écart de conseil de prévention sur le risque chimique (cf. étude de cas ovins et auditions), chaque dispositif faisant implicitement l'hypothèse que cette question sera traitée « ailleurs », sans connaissance des moyens effectivement mis en œuvre dans cet « ailleurs » ;

- l'absence d'obligation de résultat pour les divers dispositifs de conseil concernés, tant en ce qui concerne la réduction des usages que la réduction des expositions des personnes³² (Blanchet et Dreyfus, 2013) ;
- l'absence d'évaluation fondée sur des indicateurs précis de l'efficacité des interventions de prévention et des dispositifs mis en place, quel que soit le domaine considéré (produits phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires),

Ces difficultés invitent à repenser profondément les systèmes d'accompagnement techniques et la façon dont la prévention des risques professionnels et de la santé au travail doit être traitée dans l'agriculture.

6.5.3 La formation

6.5.3.1 Formation dans les établissements formant aux métiers de l'agriculture

La question de l'exposition aux pesticides et du risque chimique au travail est également traitée de façon très hétérogène dans les établissements qui forment les acteurs du monde agricole (lycées agricoles, écoles d'ingénieurs agricoles et agronomes, écoles vétérinaires, etc.). Dans certains cas, des agents de la MSA interviennent ponctuellement. Dans d'autres cas, une formation spécifique est assurée par les enseignants de l'établissement, dans d'autres cas encore, les élèves ne reçoivent aucune formation sur cette question. Pour autant, un grand nombre d'entre eux peut bénéficier d'une attribution automatique, sans formation complémentaire, du certificat Certiphyto s'ils en font la demande dans les cinq années qui suivent l'obtention de leur diplôme (enseignement technique agricole, écoles d'ingénieur dépendant du ministère de l'Agriculture, certaines licences professionnelles délivrées par les universités...) Ceci est injustifié lorsque les formations correspondantes – et notamment le volet risques pour la santé – n'ont pas été suivies.

Il n'a pas été identifié d'instance de coordination globale où seraient mutualisée la réflexion sur les acquis et les priorités pédagogiques en matière de protection au risque chimique, et qui permettrait de disposer de matériel de formation commun, de faire le bilan des réalisations, des besoins et des ressources existantes. Il existe une « convention-cadre nationale pour l'intégration de la "santé sécurité au travail" dans l'enseignement agricole » passée en 2012 entre le ministère en charge de l'agriculture, le ministère en charge de la santé et du travail et la Caisse centrale de la MSA, mais elle ne joue pas ce rôle intégrateur.

La déficience de la formation dans un certain nombre d'établissements est dommageable à plusieurs titres. Elle a des répercussions sur les pratiques professionnelles ultérieures des élèves concernés, elle peut les conduire à subir des expositions aux pesticides qui pourraient être évitées lors des divers travaux de terrain qu'ils sont conduits à faire dans leur cursus³³ (stages de longue durée mais aussi par exemple lors de visites de champs traités), elle conduit à déconnecter les enseignements où sont traités les choix techniques des réflexions sur les objectifs de santé au travail auxquels ces choix techniques doivent répondre en partie, et donc à minimiser la nécessité de réductions d'usages.

³² L'évaluation du référentiel de certification de conseil très détaillée repose uniquement sur l'évaluation de moyens mis en œuvre et non de résultats.

³³ Rappelons qu'à la rentrée scolaire 2010, l'enseignement technique et supérieur agricole accueillait 186 432 élèves et étudiants en France métropolitaine et en outre-mer. Les activités en exploitation représentent une significative fraction du travail fourni lors des stages par ces élèves et étudiants (> 20 millions d'heures en 2010, DGER (2011)).

6.5.3.2 Certiphyto

Dans le cadre de l'application de la directive européenne 2009/128/CE, la réglementation prévoit que dans les domaines professionnels agricoles et non agricoles, la préconisation, la vente, l'achat et l'application de produits phytopharmaceutiques ne pourra se faire sans un certificat : le Certiphyto. Initialement fixé au 1^{er} octobre 2014, le délai pour l'application de cette réglementation a été reporté au 26 novembre 2015 par la loi d'avenir pour l'agriculture. Plusieurs types de certificats sont prévus : pour les utilisateurs professionnels sur l'exploitation (décideurs [chef d'exploitation, autre] et opérateurs [salariés utilisant des pesticides mais ayant une fonction d'exécution uniquement], pour les prestataires de service utilisant des produits phytopharmaceutiques [décideurs et opérateurs], pour les prestataires de conseil sur l'utilisation de produits phytopharmaceutiques, pour les vendeurs de produits phytopharmaceutique...)³⁴. Les compétences requises pour obtenir ce certificat incluent, en principe, des connaissances sur les expositions aux pesticides et sur la prévention. Le certificat peut être obtenu par équivalence automatique pour les détenteurs de nombreux diplômes (cf. supra) ou après avoir passé un test qui peut être préparé par une formation gratuite de deux jours. Les personnes qui ont suivi la formation Certiphyto peuvent généralement bénéficier d'environ quatre heures de formation sur les expositions et la prévention. De l'avis même des services du ministère en charge de cette opération il s'agit plus d'une « sensibilisation » que d'une véritable formation, mais c'est la première fois qu'une formation sur ce thème adressée à un public large a lieu en France. En février 2015, environ 255 000 chefs d'exploitation ont ainsi été formés (site Vivea).

La mise en œuvre des formations a été confiée aux opérateurs ayant fait une demande d'agrément (Chambres d'agriculture, vendeurs de pesticides, maisons familiales rurales, etc.). Les interventions sur l'exposition et la prévention sont de contenu hétérogène. Dans certains cas, elles sont réalisées par des intervenants extérieurs (notamment MSA), dans d'autres cas, elles sont réalisées avec les ressources propres de l'organisme agréé. Il n'a pas été possible d'identifier de dispositif de veille scientifique auquel les formateurs pourraient se référer pour concevoir et actualiser leurs interventions sur ce thème (qu'il s'agisse de plateforme de connaissances dans les organismes de conseil, ou de dispositif dans les services de l'État, la MSA...). Une étude conduite en Gironde rapporte un tel manque de cohérence et souligne l'absence de contrôle méthodique des services de l'État pour garantir l'efficacité du système en dépit du coût élevé de ce dispositif pour le budget de l'État (Ansaloni et Smith, 2014). Un rapport des services du ministère de l'Agriculture confirme cette hétérogénéité au niveau national (Andral *et al.*, 2015).

Aucune évaluation de l'efficacité du dispositif Certiphyto n'a en effet été publiée à ce jour. Seule une « enquête de satisfaction » conduite par BVA a été publiée. Elle conclut à « un accueil positif et satisfaisant de la formation Certiphyto » mais elle ne prend en compte aucun indicateur d'efficacité qui permettrait de mesurer les effets propres de ce programme. Or les auditions et l'analyse de la littérature font ressortir de nombreuses interrogations sur le dispositif proprement dit et sa capacité à réduire les usages et les expositions aux pesticides compte tenu de la qualité des prestations qui est rapportée comme très inégale (auditions Phyto-victimes). Le fait que les entreprises vendant des pesticides puissent être agréées comme opérateurs de formation interroge aussi sur l'aptitude de ce dispositif à être vecteur de propositions techniques permettant de réduire les usages de pesticides ou encore à informer les bénéficiaires des risques réels des pesticides pour la santé.

³⁴ Selon des modalités précisées par quatre arrêtés du 21 octobre 2011 portant création et fixant les modalités d'obtention du certificat individuel pour l'activité « utilisation à titre professionnel des produits phytopharmaceutiques » pour les catégories :

- décideur en exploitation agricole et opérateur en exploitation agricole (validité 10 ans)
- décideur en travaux et services et opérateur en travaux et services (validité 5 ans)
- conseil à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (validité 5 ans)
- mise en vente, vente des produits phytopharmaceutiques (validité 5 ans).

Les interrogations portent également sur le statut du Certiphyto dans un dispositif de prévention global des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture. Le temps consacré à la prévention dans la formation Certiphyto est limité (de l'ordre de quatre heures pour les « décideurs et opérateurs dans les exploitations agricoles »), la durée de validité est relativement longue (dix ans), le public cible est limité (ne vise qu'une fraction du collectif de travail, ceux qui décident de l'usage des produits phytopharmaceutiques et ceux qui les appliquent directement) alors que les expositions aux pesticides peuvent concerner toutes les personnes de l'exploitation, notamment lors des tâches de réentrée. Enfin, la formation sur les expositions du Certiphyto ne concerne pas les biocides et les médicaments vétérinaires. Un Certibiocide³⁵ se met en place mais il n'est destiné qu'aux utilisateurs professionnels de biocides (entreprises de désinfection, etc.).

Les formations Certiphyto actuelles, même dans un fonctionnement optimal, ne couvrent qu'une fraction du domaine de la prévention aux expositions aux pesticides pour les personnes travaillant dans l'agriculture.

6.5.4 International

Il n'a pas été identifié de documents faisant une analyse comparée des dispositifs de conseil en matière de santé et sécurité au travail en agriculture, en Europe ou au-delà. Cette analyse dépasse les attributions du GT. Toutefois cette question est traitée dans de nombreux pays différemment de la situation française ; la façon dont sont articulés les conseils production/environnement/santé mériterait d'être étudiée de façon méthodique pour repérer des innovations organisationnelles pouvant être utiles pour la situation française.

6.5.4.1 L'Union européenne

L'Union européenne à elle seule est un domaine d'observation complexe. Chaque pays conjugue en effet des formes de conseil s'inscrivant dans sa propre législation concernant la santé et la sécurité au travail, avec des mesures sur le conseil s'inscrivant dans les dispositifs européens, en particulier pour ces dernières années :

- La directive 2009/128/CE « *instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides³⁶ compatibles avec le développement durable* » ;
- les règlements sur la mise en place de systèmes de conseil nationaux (SCA) permettant de garantir la conditionnalité des aides PAC (règlement (CE) n° 1782/2003 ; règlement (CE) n° 1698/2005).

Pour la directive 2009/128/CE, un rapport analysant sa transposition dans les États membres souligne l'hétérogénéité des plans d'action nationaux (FVO (2014, p.45). Chaque pays a en effet proposé le sien en mettant l'accent sur des aspects particuliers de la directive. En France, il est basé en grande partie sur le plan Ecophyto qui préexistait. D'autres pays ont mis en place de nouveaux dispositifs pour répondre aux différents articles de la directive européenne. Le rapport d'évaluation souligne ainsi que quatre pays (Italie, Chypre, Suède et Pays-Bas) proposent des mesures sur la réentrée pour réduire les risques dans les zones récemment traitées, utilisées par les personnes travaillant dans l'agriculture ou auxquelles celles-ci peuvent accéder (article 12), ou encore que sur le point critique de l'indépendance des conseillers, seul un pays, l'Italie, stipule

³⁵ Arrêté du 9 octobre 2013 relatif aux conditions d'exercice de l'activité d'utilisateur professionnel et de distributeur de certains types de produits biocides

³⁶ Rappelons que sous l'appellation « pesticides » cette directive précise dans son article 3 qu'elle regroupe les produits phytopharmaceutiques et les biocides. Les commentaires suivants dans cette sous-section utilisent l'expression « pesticide » dans ce sens.

dans son plan qu'il n'est pas possible de remplir les exigences de la directive si les exploitants ne reçoivent que du conseil lié (de la part de personnes qui travaillent pour des sociétés vendant des pesticides ou dont la rémunération est liée à la vente de pesticides).

Pour les règlements visant à la mise en place de SCA, des mesures particulières concernant le conseil prévention ont pu être mises en place dans le cadre de la mesure 114 du plan de développement rural de 16 pays (ADE (2009), p. 66). La France n'a pas activé cette mesure. Le rapport d'évaluation de l'ADE (2009) souligne lui aussi l'hétérogénéité des systèmes nationaux de prévention en agriculture. Il constate que, bien que le risque chimique soit l'un des six risques majeurs identifié par l'agence européenne de santé et sécurité au travail (EU OSHA), aucune action communautaire pluriannuelle destinée à améliorer la santé et la sécurité au travail dans les exploitations agricoles et forestières n'a pu être identifiée.

La situation est assez différente outre-Atlantique (États-Unis, Canada) où, depuis plusieurs années, de grands programmes de conseil intégrant dimensions productives, environnementales et santé des personnes travaillant dans l'agriculture, ont été mis en place, comme le montre l'exemple qui suit.

6.5.4.2 L'exemple du Québec : Les stratégies de réduction des risques associés à l'utilisation de produits phytopharmaceutiques

6.5.4.2.1 *La stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture*

Dès le début des années 1990, le Québec a mis en place une première stratégie phytosanitaire (SP) visant à réduire de 50 % l'utilisation des produits phytopharmaceutiques en milieu agricole à l'horizon de l'an 2000. Cette stratégie orientait principalement ses actions sur des mesures qui visaient à protéger l'environnement. En 1998, il fut décidé de reconduire l'objectif mais, en raison des résultats peu probants obtenus jusque-là, en le recentrant autour d'un accroissement des pratiques de gestion intégrée des ennemis des cultures. À l'expiration de cette première stratégie, le bilan des résultats démontrait que, même si des gains intéressants avaient été faits en matière de réduction des produits phytopharmaceutiques pour certaines cultures, il serait difficile de s'approcher des objectifs prévus. En 2004, un programme de financement était mis en place pour appuyer financièrement les initiatives du secteur de la phytoprotection car, malgré les programmes de réduction de l'utilisation des phytopharmaceutiques en milieu agricole, les ventes demeuraient constantes (80 % de toutes les ventes en milieu agricole), les surfaces cultivées augmentaient et les doses d'application demeuraient importantes.

En réponse à cette situation, on commença à assister à une plus grande mobilisation de nombreux acteurs et ministères gouvernementaux. En 2008, la commission sur l'agriculture et l'agroalimentaire québécois insista pour que le milieu réponde aux attentes des citoyens et des consommateurs en matière de santé des individus et des travailleurs, de qualité des aliments, de protection de l'environnement et de rapports harmonieux sur le territoire. On assista aussi à une augmentation de la mobilisation autour de la lutte intégrée et une volonté des producteurs d'être partie prenante des orientations et des actions (en 2011, le recensement de l'agriculture dénombrait 29 437 exploitations au Québec). Par ailleurs, pour la première fois on observe une volonté d'intégrer un volet santé à la « stratégie phytosanitaire ».

À cette même période, le comité de suivi et de concertation de la SP décidait d'entreprendre une démarche de repositionnement afin de mieux répondre aux préoccupations et aux attentes actuelles de la société québécoise. Suite à une vaste consultation de tous les acteurs des milieux agricole, de la santé et de l'environnement, la nouvelle stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture (SPQA) 2011-2020 fut mise en place. Pour la première fois, celle-ci découlait d'un consensus de tous les acteurs concernés. Considérant les résultats de la première SP, il fut jugé plus important de **miser sur une réduction des risques plutôt que des usages**. L'idée est que les producteurs considèrent toujours que les produits phytopharmaceutiques demeurent un outil majeur en phytoprotection, mais il serait quand même possible pour eux d'améliorer la situation en choisissant des produits moins toxiques pour la santé et l'environnement.

Les grands objectifs de la SPQA sont de réduire de 20 % les risques pour la santé et l'environnement des produits phytopharmaceutiques agricoles et d'accroître la gestion intégrée des ennemis des cultures. Les principales orientations du volet santé visent à réduire l'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture et de la population générale aux produits phytopharmaceutiques et de documenter les risques de ces produits et l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

Un tel objectif de réduction des risques implique d'avoir des outils permettant d'aider les utilisateurs à faire des choix plus rationnels et sécuritaires des produits phytopharmaceutiques et permettant de disposer d'indicateurs pour évaluer l'évolution temporelle de ces risques.

6.5.4.2.2 IRPeQ et SAgE pesticides

Afin de doter le Québec d'un outil qui permettrait de caractériser le risque pour la santé et l'environnement des produits phytopharmaceutiques utilisés sur son territoire et de favoriser l'utilisation de produits à faibles impacts, tout en aidant les utilisateurs à faire des choix plus judicieux, le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêcheries (MAPAQ), le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) et l'Institut national de santé publique (INSPQ), ont développé l'indicateur de risque des pesticides du Québec, l'IRPeQ (Samuel *et al.*, 2007; Samuel *et al.*, 2012). Cet indicateur permet de calculer des indices de risques indépendants pour la santé et l'environnement à partir des caractéristiques de toxicité et d'écotoxicité ainsi que de certaines caractéristiques physicochimiques des substances actives en plus de spécificité des produits commerciaux. Pour le volet santé, l'INSPQ a développé une importante base de données toxicologiques qui prend en compte le niveau de gravité des effets et le poids de la preuve scientifique en lien avec ces effets. Pour chaque effet chronique, des critères toxicologiques ont été développés afin de définir le niveau de gravité attribuable à chaque produit. Lorsque ces indicateurs de risque sont mis en relation avec des données sur l'usage des produits, on obtient un indicateur de l'évolution des risques dans le temps. **L'indicateur de risque des pesticides du Québec (IRPeQ) a été retenu comme indicateur de la stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture.**

Les volets santé et environnement de l'IRPeQ permettent d'établir un diagnostic situationnel et évolutif des risques découlant de l'utilisation des pesticides à différents niveaux. À l'échelle du producteur, il facilite le choix des pesticides identifiés comme les moins à risque pour la santé humaine et l'environnement au moment de la consultation des indicateurs. À l'échelle d'une entreprise ou d'un secteur, il permet l'analyse de l'évolution des risques liés aux pesticides utilisés par une entreprise ou dans un secteur d'activité (p. ex. : ferme maraîchère, verger, entreprise d'entretien paysager, golf). Il facilite aussi la prise en compte des risques relatifs aux pesticides lors de la planification saisonnière des interventions phytosanitaires et des stratégies de lutte contre les ennemis des cultures. Au niveau provincial, il peut être utilisé pour faire des bilans des risques pour la santé et l'environnement liés aux pesticides utilisés ou vendus en plus de permettre l'évaluation et le suivi de l'impact des diverses mesures d'atténuation des risques relatifs aux pesticides. La prise en compte des risques pour la santé et l'environnement dans le développement d'un indicateur visant à caractériser l'usage des pesticides était très importante pour les acteurs qui ont développé l'IRPeQ et ce tant pour le volet diagnostique que le volet visant le choix des pesticides à moindre risque.

Au Québec, le MDDEP produit un bilan annuel des ventes de pesticides depuis plusieurs années. Selon ces bilans, les ventes de pesticides étaient relativement stables depuis l'année de référence 1997 et ont même augmenté par la suite. Cependant, on peut constater que les indicateurs de risque environnement et santé calculés à partir de la méthodologie de l'IRPeQ sont proportionnellement plus faibles que les ventes pour la plupart des années. Cela indique que les ingrédients actifs vendus au cours de ces années étaient identifiés comme moins à risque que ceux vendus en 1997. Pour les promoteurs de ce dispositif, ce constat amène à conclure qu'un indicateur de suivi tenant compte du risque reflète davantage la réalité qu'un indicateur tenant

compte uniquement des ventes. Lorsqu'on rapporte les résultats sur la base d'un hectare (ha), la tendance à la régression des indices de risques santé et environnement est encore plus marquée malgré une augmentation des superficies cultivées. C'est d'ailleurs sur la base de ce constat que la nouvelle stratégie phytosanitaire québécoise 2010 en agriculture s'oriente davantage vers une diminution des risques sanitaires et environnementaux plutôt que vers une diminution de l'utilisation de pesticides.

L'IRPeQ a aussi été intégré à un outil d'aide à la décision, **SAGe pesticides** (<http://www.sagepesticides.qc.ca>), qui se veut un outil d'information sur les risques pour la santé et l'environnement ainsi que sur les usages agricoles pour une gestion rationnelle et sécuritaire des pesticides au Québec. L'outil permet notamment de connaître et d'apprécier les risques pour la santé et l'environnement des traitements phytosanitaires homologués dans une culture et selon leurs usages. Il facilite aussi la consultation des données concernant les effets toxiques des matières actives sur la santé humaine et sur les organismes non ciblés ainsi que des renseignements sur le comportement de ces produits dans l'environnement. Finalement, il permet de consulter les données de base sur les produits commerciaux, dont la gestion de la résistance et des mesures préventives pour la santé et l'environnement. SAGe pesticides a été développé dans le cadre d'une collaboration entre le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Pêcheries, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et l'Institut national de santé publique. Cet outil permet aux conseillers agricoles et aux producteurs de faire des choix mieux éclairés parmi les produits de protection des cultures disponibles. Plus particulièrement, il permet aux utilisateurs de pesticides de consulter des données précises sur les effets toxiques tant aigus que chroniques des pesticides qui sont connus à ce moment-là. Tel que le montrent les statistiques d'utilisation de SAGe pesticides, les professionnels agricoles s'approprient rapidement l'outil. Par ailleurs, celui-ci semble aussi susciter un intérêt en France. Le nombre de visites sur le web est passé de 17 669 à 24 652 entre décembre 2012 et décembre 2013 (6 956 à 10 970 visiteurs). Il s'agit d'une augmentation de 42 % des visites en un an. Pour ce qui est des utilisations par des citoyens français, le nombre de visites est passé de 4 530 à 14 331 sur la même période pour une augmentation de 89 % (3 643 à 12 886 visiteurs).

Si ces outils sont prometteurs pour aider l'atteinte des objectifs de la SPQA, il faut en revanche s'assurer de posséder des structures qui faciliteront l'appropriation de ces outils par la communauté agricole. C'est dans ce contexte que les services-conseils non liés ont été mis à contribution.

6.5.4.2.3 Les services conseils « non liés »

Au Québec, les services-conseils ont un rôle capital dans la promotion de la gestion raisonnée des pesticides. Ces groupes de professionnels, qui sont relativement bien implantés, sont qualifiés de « non liés » car n'ont aucun lien avec la vente d'un bien ni aucune obligation d'acquisition et de promotion d'un bien. Cette catégorie comprend deux principaux groupes, les clubs-conseils en agroenvironnement (CCAÉ) et les services-conseils en gestion et encadrement technique administrés par les réseaux Agriconseils.

Les clubs-conseils en agroenvironnement (CCAÉ) ont vu le jour en 1993 dans le cadre du Plan Vert. Ce sont des regroupements volontaires de producteurs dont l'objectif est de favoriser le développement durable de leur entreprise en adoptant des pratiques respectueuses de l'environnement (Guy, 2008). Depuis leur création, les CCAÉ ont connu un essor considérable. Au 31 mars 2009, 8 340 exploitations agricoles étaient des membres actifs des 81 CCAÉ et près de 300 écoconseillers les accompagnaient dans leur démarche agroenvironnementale (CCAÉ, 2009). Un CCAÉ regroupe en moyenne 100 exploitations agricoles pour lesquelles en moyenne près de quatre écoconseillers sont embauchés afin d'assurer la prestation de services-conseils en agroenvironnement. Les CCAÉ bénéficient du soutien financier des gouvernements du Canada et du Québec. Le gouvernement du Québec a versé de 2009 à 2013, une contribution de 156,6 millions de dollars à laquelle s'ajoute 40 millions de dollars du gouvernement du Canada provenant de l'accord « *Cultivons l'avenir* » pour soutenir plusieurs volets de ce programme. Cet accord-cadre comprend, pour l'ensemble des programmes à frais partagés, une enveloppe financière de

192 millions de dollars, avec des contributions respectives des gouvernements du Canada et du Québec de 60 et 40 %. Les CCAE sont également financés par les entreprises agricoles au moyen d'une cotisation annuelle ou par la facturation de services-conseils individuels.

Depuis la mise en place de la SPQA, le gouvernement du Québec a établi de nouvelles exigences de financement des services-conseils non liés afin de permettre l'atteinte des objectifs de la SPQA. Ainsi, les conseillers devront consacrer une bonne partie de leur travail à des tâches connues comme pouvant contribuer à la réduction des risques des pesticides comme, par exemple, le dépistage des insectes et maladies ou la réalisation d'essais de terrain visant à développer des moyens de lutte nécessitant moins de pesticides.

En plus des CCAE, un nombre important de clubs d'encadrement techniques (CET), fournissant du conseil en gestion et encadrement technique, a pour mission de combler certains besoins particuliers d'encadrement technique dans des domaines spécifiques (la phytoprotection, la gestion des cultures, la conservation des sols et la régie de certains élevages), d'appuyer le développement d'expertise dans les domaines non traditionnels et de favoriser la réduction du recours aux pesticides par une aide spécifique à l'embauche de dépisteurs. Ces clubs d'encadrement technique sont généralement très présents en productions maraîchères et fruitières, incluant la pomme de terre. Ils sont certainement appelés à jouer un rôle important dans la promotion de l'utilisation des pesticides à moindre risque.

En considérant le rôle important que pourront jouer les services conseils non liés dans l'atteinte des objectifs de la SPQA, plusieurs activités de formation sur les risques liés à la santé et à l'environnement des pesticides agricoles ainsi que sur l'utilisation de l'IRPeQ et de SAgE pesticides ont été organisées. En 2014, plus de 400 conseillers ont reçu la formation spécialisée accréditée par l'Ordre des agronomes du Québec.

Cet exemple, comme les informations qui ressortent des rapports d'évaluation sur les systèmes d'autres pays d'Europe, montre la possibilité d'articuler dans le conseil, de façon plus étroite qu'il n'est fait en France, les objectifs de prévention sur les exploitations avec le conseil de production et de protection de l'environnement. Ils font également ressortir l'intérêt de réfléchir à des formes innovantes de collaboration entre l'ensemble des acteurs concernés (ministères en charge de l'agriculture, de la santé, de l'environnement, de la recherche et de l'éducation, société civile, associations professionnelles d'agriculteurs, de conseillers, etc.) et au rôle clé que peuvent jouer des outils innovants permettant de rendre plus lisibles les différents risques encourus par l'usage des pesticides.

7 Enseignements sur l'interdisciplinarité

7.1 Pluralité des approches

Les travaux du GT ont associé des experts d'un large éventail de disciplines (agronomie, économie, épidémiologie, ergonomie, expologie, médecine vétérinaire, médecine du travail, sociologie, toxicologie). Au-delà des apports croisés exposés dans les sections précédentes, plusieurs enseignements peuvent être tirés de cette collaboration entre disciplines pour préciser les limites des travaux réalisés et faire ressortir quelques points qui paraissent importants pour la suite.

Outre la composition pluridisciplinaire du groupe d'experts, les travaux du GT ont été conduits en tenant compte de la pluralité des théories et des approches méthodologiques au sein des disciplines. La méthode d'investigation retenue pour explorer la littérature sur la France visait ainsi à garantir le respect de cette pluralité notamment en concevant des méthodes de recherche de documents inspirées des méthodes de revues systématiques, peu sensibles aux effets de réputation, en travaillant sur la base de requêtes transparentes.

7.2 Des points de vue absents

Si chaque discipline permet d'éclairer une facette du réel, en retour l'absence de certaines disciplines dans le GT est susceptible de laisser subsister des points aveugles importants, non pas sur les données d'exposition proprement dites, mais sur l'analyse des déterminants, des leviers d'action et des enjeux de réglementations alternatives. Par exemple, il n'y avait pas de juriste dans le GT, ni de spécialiste des traitements des bâtiments agricoles (stockage, élevage), ni de spécialiste des perturbateurs endocriniens.

- Un(e) juriste aurait permis d'analyser les contradictions qui se sont constituées au fil des années et la juxtaposition d'un ensemble complexe de réglementations dont les objets se recoupent en partie et dont plus personne ne paraît avoir une vision d'ensemble précise.
- Un(e) spécialiste des traitements dans les bâtiments aurait permis de préciser l'éventail des situations potentiellement exposantes, les contraintes rencontrées pour limiter les expositions et les domaines qui doivent faire l'objet d'investigations plus approfondies.
- Un(e) spécialiste des perturbateurs endocriniens aurait permis de préciser la façon dont les situations d'exposition et la prévention en agriculture doivent/peuvent être réexaminés à la lumière des propriétés spécifiques des substances PE, peu ou pas envisagées jusqu'à présent dans les travaux scientifiques sur l'exposition et dans la conception des dispositifs visant à limiter les expositions. Nous pensons notamment à l'importance du moment de l'exposition (fenêtre d'exposition), des effets cocktails, de la multiplicité des effets possibles pour une même substance ou un même groupe de substances suivant non seulement le moment (l'âge, le stade du développement et les doses d'exposition) mais aussi le genre (effets différents hommes/femmes), les effets sur la descendance et transgénérationnels (exposition des futures mères ou futurs pères et ce avant même la conception, dans l'enfance ou l'adolescence au moment de la puberté...).

La liste n'est pas exhaustive.

Par conséquent, concernant les déterminants et les leviers d'action permettant de limiter les situations potentiellement exposantes, pour reprendre un critère de qualité souvent utilisé en sciences sociales pour juger de la qualité des approches qualitatives (Glaser et Strauss, 1967), même au bout de trois ans de travaux nous n'avons pas atteint un degré de « saturation » complet. Autrement dit, nous n'avons pas atteint le stade où les auditions, l'analyse de la littérature et la lecture de la presse ne fournissent plus d'informations nouvelles. En revanche, ces travaux

ont déjà permis de faire ressortir un certain nombre d'enjeux peu analysés et, concernant la mesure proprement dite des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture en France, il paraît peu probable qu'un document important nous ait échappé.

7.3 Relier des domaines d'investigation fragmentés

Pour les travaux du GT comme pour leurs suites, il est nécessaire de s'astreindre à partager certains éléments de description du réel pour relier les approches et réduire la fragmentation des connaissances.

■ La catégorisation des personnes

Ainsi, les personnes qui travaillent dans les exploitations ont, nous l'avons vu, des statuts extrêmement divers. L'ergonomie et la métrologie montrent que les niveaux d'exposition peuvent varier en fonction des tâches et de la place des individus dans un chantier, les sciences sociales montrent que la distribution de ces places s'inscrit dans des rapports sociaux qui conduisent à ce que certaines personnes soient plus exposées que d'autres, l'épidémiologie décrit les effets de santé de situations d'exposition hétérogènes, variant parfois avec les caractéristiques physiques des individus. Ces approches peuvent d'autant mieux se compléter que des passerelles solides permettent de circuler de l'une à l'autre.

Une première passerelle pour relier les mécanismes décrits par chaque approche a été de s'accorder sur la catégorisation précise des personnes dont il est question (dans les études, les recommandations, etc.), en décrivant les caractéristiques à la fois sociales et individuelles des personnes (statut professionnel [chef d'exploitation, salarié permanent, travailleur saisonnier, travailleur d'un prestataire], sexe, âge...). L'usage très général de la notion d'« agriculteur » pour décrire la population agricole est en effet une source de malentendus importants entre disciplines mais aussi entre mondes professionnels.

■ Les pratiques agricoles

Une deuxième passerelle est fondée sur la description et l'analyse des pratiques effectivement mises en œuvre dans les exploitations par les différents intervenants. Dans l'analyse, les pratiques sont en effet un maillon essentiel entre les déterminants qui contraignent l'activité agricole et les situations concrètes d'exposition. L'observation et la description des pratiques effectives sont fondamentales pour la compréhension des situations d'activité car, d'une part, à caractéristiques structurelles équivalentes, il y a toujours plusieurs façons de produire, et d'autre part, seule l'observation des pratiques effectives permet de saisir la totalité des contraintes d'un événement productif et de caractériser les situations d'exposition potentielles.

Les études sur les pratiques associant plusieurs points de vue disciplinaires pour tenir compte des objectifs pluriels de l'activité agricole font ressortir toutes les contradictions qui émergent de la complexité des situations d'activité (moins labourer pour améliorer la rentabilité de l'exploitation peut conduire à utiliser plus d'herbicides, un traitement économiquement et agronomiquement rentable paraît nécessaire à un moment où il fait trop chaud pour porter les équipements de protection individuelle recommandés, etc.).

L'analyse des pratiques fondée sur l'observation apparaît donc comme un point d'articulation très important entre approches et domaines disciplinaires traitant des expositions et de leur réduction. C'est d'ailleurs pour valoriser ce caractère intégrateur de l'analyse des pratiques que la FAO a incité à des réflexions croisées sur la notion de « bonnes pratiques agricoles » (BPA). Mais cette notion initialement conçue comme un outil pour favoriser l'interdisciplinarité et la gestion intégrée de l'agriculture a en partie été détournée. Au départ, le recours à la notion de BPA visait en effet à souligner la nécessité de toujours tenir compte pour la gestion de l'agriculture des liens entre un ensemble de principes généraux (avoir des pratiques qui permettent une agriculture durable, aussi bien d'un point de vue économique, social qu'environnemental, et qui garantissent la sécurité au travail des intervenants sur l'exploitation, qualité sanitaire des produits, etc.). Toutes les

observations montrent la difficulté de donner un contenu concret dans les exploitations agricoles à cette perspective, et d'avoir de bonnes performances pour tous ces objectifs à la fois. C'est pourquoi la FAO recommande que cette notion de BPA ne soit pas utilisée pour des approches normatives qui notamment renvoient aux personnes travaillant dans l'agriculture la responsabilité de l'intégration d'objectifs souvent contradictoires (FAO, 2005). Mais il faut noter que bien que revendiquant un recours à la notion de BPA définie par la FAO, ce sont bien des usages normatifs qui sont faits de cette notion de BPA dans la réglementation sur les pesticides (voir par exemple (Efsa, 2014a; Efsa, 2014b)) en contradiction avec les recommandations de cette organisation (cf. section 6.2.).

7.4 Mieux préciser les limites de validité des connaissances disponibles et mise à l'épreuve de la fiabilité des expertises

La confrontation des expertises ancrées dans divers domaines disciplinaires et professionnels permet de mieux préciser les limites de validité des travaux disponibles dans chaque discipline, de préciser les précautions nécessaires à leur interprétation et leur utilisation dans le domaine de la pratique, mais aussi d'imaginer de nouvelles façons d'utiliser les données existantes, comme le montre l'exemple du croisement des approches d'agronomie, d'expologie et d'économie, pour interpréter de façon nouvelle les données statistiques agricoles disponibles. Ceci est d'autant plus nécessaire que les débats sur l'usage des pesticides en France et les moyens d'action possibles sont jalonnés de fausses certitudes qui donnent à penser que des informations existent alors que dans la réalité elles sont introuvables, et/ou tendent à faire croire à l'impossibilité d'alternatives. Le domaine d'investigation étant très large, l'expert d'un domaine particulier, ne peut *a priori* développer une approche critique sur toutes les informations qu'il reçoit et qui relèvent d'autres domaines. C'est ainsi que les experts apprennent : de l'agronomie qu'il n'existe pas en France de « code de bonnes pratiques agricoles » pour l'usage des pesticides émis par les pouvoirs publics alors que plusieurs d'entre eux le pensaient tant la notion est présente dans les discours ; de l'économie et de la santé au travail que la conviction selon laquelle il y a pléthore de conseillers compétents pour intervenir sur la prévention est inexacte ; de l'expologie et de l'ergonomie que la protection fournie par les équipements de protection individuelle est souvent très insuffisante et que les observations *in situ* fournissent des résultats contre-intuitifs...

Mais la confrontation est aussi féconde lorsque la santé au travail, l'ergonomie et l'épidémiologie insistent sur la nécessité première de supprimer le danger et que les stratégies de réduction des pesticides actuellement travaillées par l'agronomie (efficacité, substitution, reconception) sont reliées aux probabilités d'exposition des personnes travaillant dans l'agriculture. Ou encore lorsque l'articulation des expertises autour du réexamen des données statistiques agricoles existantes leur permet de fournir des éclairages inédits sur la combinaison des situations potentielles d'exposition ou la question de la réentrée en grandes cultures.

7.5 Composer avec les dispositifs matériels et institutionnels propres à chaque discipline

7.5.1 Dispositifs matériels

Il importe donc de souligner que pour réaliser des inventaires pluridisciplinaires des connaissances disponibles, des outils et des moyens spécifiques sont nécessaires. La question de l'interdisciplinarité ne concerne pas que les experts des groupes de travail. Elle interroge aussi la structure des dispositifs d'appui et des compétences associées, qu'il s'agisse d'accès aux bases de données pertinentes pour toutes les disciplines, de la conception de guides méthodologiques adéquats pour traiter divers types d'approches (qualitatif/quantitatif) ou encore de la capitalisation des résultats des expertises interdisciplinaires. L'ampleur des tâches de gestion documentaire qui

sont actuellement reportées sur les experts individuels montre que ces dispositifs d'appui pour l'interdisciplinarité restent à construire en grande partie.

Chaque discipline a ses propres façons de capitaliser des connaissances, des modalités de publication et des bases de données particulières. Ces dernières années, d'une part le nombre de publications a augmenté de façon exponentielle, d'autre part un nombre croissant de résultats scientifiques est publié dans des revues qui sont regroupées dans des bases documentaires électroniques dont l'accès est payant (Scopus, Web of Science, Medline, Econlit, Science social Index...). Les abonnements à ces bases de données étant fort élevés (alors même qu'elles restituent essentiellement les résultats de la recherche publique), en période de restriction budgétaire, les instituts de recherche, les agences et les centres universitaires ont tendance à réduire le périmètre de ces abonnements (nombre de bases de données, « bouquets » de revues pour chaque base) et à focaliser les abonnements sur les bases pouvant faire l'objet du plus grand nombre de demandes.

Ces limitations concernent en premier lieu les sciences sociales mais pas exclusivement. Ainsi l'Anses n'a pas d'accès aux grandes bases de données en sciences sociales (Socindex, Econlit...), mais pas non plus à la base Web of Science où se trouvent les revues des disciplines biotechniques. L'appui disponible pour les différentes disciplines est donc très inégalement distribué. La responsabilité de trouver un accès adéquat aux bases de données en sciences sociales est reportée sur les experts sans que les instituts auxquels ils appartiennent fournissent forcément ces accès : un seul expert du groupe de travail avait un accès à la base Socindex *via* son institution d'origine.

Un autre type de difficulté se pose pour une discipline comme l'ergonomie. Une partie significative des travaux d'ergonomie repose sur des études de terrain analysant dans le détail des conditions de travail, de l'activité et des tâches, et publiées sous forme de monographies dans des rapports et des mémoires. Le recueil et le traitement de ces informations supposent donc un travail de nature particulière pour lequel les services de documentation existant à l'Anses ont peu de moyens.

Pour l'épidémiologie et la biométrie, la situation peut être considérée comme plus « standard » car les bases de données les plus pertinentes étaient accessibles à la fois à l'Anses et dans les instituts des experts concernés. Pour autant, le rythme de publications en relation avec les pesticides rend très difficile l'actualisation des états de l'art dans les conditions actuelles d'appui documentaire.

7.5.2 Dispositifs institutionnels et fragmentation des connaissances

Les disciplines ont aussi une dimension institutionnelle importante. Elles entretiennent des relations privilégiées avec des mondes professionnels spécifiques qui, parfois, communiquent peu entre eux. Certains domaines peuvent ainsi se retrouver orphelins de recherche. Ainsi, l'Inserm travaille sur les effets de santé de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture, mais ses travaux trouvent peu d'écho à l'Inra où la toxicité des pesticides est analysée essentiellement sous l'angle de ses conséquences pour l'environnement et des résidus dans les aliments. La question de l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture est ainsi dans un *no man's land* où des chercheurs se croisent à titre individuel.

Les aspects institutionnels concernent les recherches mais aussi le recueil de données sur les expositions. Chaque discipline a ses traditions d'observation et de constitution de bases de données. La constitution de bases de données permettant la circulation d'un domaine disciplinaire à l'autre nécessite un travail de développement informatique particulier. La maintenance d'une telle base suppose aussi une réflexion spécifique dans une logique d'observatoire garantissant la pérennité et l'actualisation du dispositif. Un observatoire de ce type ne peut être pris en charge par des programmes de recherche. Mais, actuellement, aucune institution ne semble avoir pour mission de le constituer. Par conséquent, les collaborations interdisciplinaires qui pourraient se nouer autour de telles bases de données relèvent pour l'instant de projets abstraits.

8 Conclusions et recommandations du groupe de travail

8.1 Conclusions

La question des expositions aux pesticides est centrale dans la compréhension des effets de santé que ces substances sont susceptibles d'entraîner dans les populations humaines, ainsi que dans leur prévention. D'ores et déjà, un faisceau suffisant d'informations existe et invite à prendre des mesures pour réduire les expositions professionnelles aux pesticides dans l'agriculture et à poursuivre les travaux permettant d'approfondir l'évaluation des risques et d'améliorer la prévention. Analyser et mener des actions sur les expositions agricoles aux pesticides nécessite des efforts spécifiques que les travaux menés par le groupe de travail ont permis de préciser.

Une première difficulté est rencontrée pour définir et dénombrer avec précision les populations concernées par ces expositions. Des termes aussi simples que « agriculteur » ou « travailleur agricole » recouvrent des populations très différentes en fonction des contextes dans lesquels ils sont utilisés, ce qui peut conduire à des erreurs d'analyse, des malentendus dans le débat social voire des conflits. La notion d'exposition, quant à elle, est au carrefour de plusieurs disciplines aux approches complémentaires mais dont les savoirs d'experts restent fragmentés et le plus souvent cloisonnés.

L'exploration de la littérature scientifique dans le domaine des expositions aux pesticides agricoles a montré la nécessité de renforcer les travaux sur ce thème en France et ceci quelle que soit la discipline. Les quelques études menées depuis les années 2000 dans le cadre de la recherche publique concernent des données météorologiques et ergonomiques de terrain (Tableau de synthèse en section 3 du volume central de ce rapport). Cependant, bon nombre de systèmes de production n'ont fait l'objet d'aucune enquête identifiable dans la littérature (arboriculture, horticulture, maraîchage, élevage...), de même que certaines tâches ou circonstances d'exposition (traitement des bâtiments des exploitations, contact avec des animaux traités). La veille de ces données d'exposition elle-même, notamment à l'échelle internationale, n'est pas organisée et ne facilite pas une approche globale du domaine.

Les difficultés d'accès à l'information pourraient faire croire à l'absence de problème et induire un sentiment de sécurité. Mais elles traduisent avant tout des obstacles dans la mise en œuvre des études, l'absence de cadre institutionnel ou de support de recherche pour un recueil systématique ou ciblé de ces données d'exposition. Certains dispositifs, tels que l'enquête SUMER, le réseau Phyt'attitude, fournissent de manière indirecte quelques éclairages sur les expositions aux pesticides mais peu d'informations sont réellement utilisables dans une optique d'analyse des déterminants ou de prévention. Certaines sources de données statistiques (telles les enquêtes sur les pratiques culturelles) permettraient de progresser dans le recensement des situations d'exposition mais elles sont peu valorisées pour ce type d'objectif et d'un accès difficile.

Les auditions menées dans le cadre de ce travail ont confirmé la fragmentation des données disponibles, les difficultés pratiques rencontrées par les acteurs de terrain, ainsi que les écarts entre les pratiques et les préconisations. Les acteurs de terrain paraissent ainsi isolés. Ils ne disposent pas d'un dispositif de conseil intégré prenant en compte la totalité du risque chimique au niveau de l'exploitation. Pourtant le besoin est exprimé de plateformes de connaissances partagées, permettant de disposer d'informations et de supports techniques validés, régulièrement mis à jour et accessibles à l'ensemble des usagers. Les difficultés d'accès à des informations claires et centralisées transfèrent la responsabilité de rechercher et synthétiser un ensemble d'informations fragmentées vers les utilisateurs finaux, de ce fait rendus responsables des problèmes que ces expositions pourraient ultérieurement créer.

Le travail pluridisciplinaire engagé par le groupe de travail a permis : 1) une clarification conceptuelle des notions utilisées dans la question des expositions aux pesticides agricoles, 2) un inventaire des données existantes dans le contexte français, 3) une réflexion approfondie sur les différentes actions (impliquant agronomes, médecins du travail, conseillers) qui pourraient être articulées pour améliorer l'analyse et la prévention des expositions, 4) des avancées méthodologiques en matière de revue interdisciplinaire de la littérature pouvant déboucher sur une première base de connaissances partagée entre acteurs concernés par l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

8.2 Recommandations

Plusieurs travaux d'expertise collective menés ces dernières années, tels que ceux de l'INSERM (2013) ou de l'EFSA (Ntzani *et al.*, 2013), concluent à des relations entre la survenue de maladies chroniques (cancers, maladies neurologiques, troubles de la croissance et de la reproduction...) et l'exposition professionnelle aux pesticides agricoles, sur la base de données épidémiologiques, toxicologiques et mécanistiques disponibles. Ces mêmes travaux soulignent la difficulté de caractériser avec précision l'exposition des individus tout au long de leur vie ou à des périodes données, en particulier pour des substances actives spécifiques. Malgré la réglementation, dont les exigences se sont accrues au cours des dernières décennies (notamment suite aux directives et règlements européens de 2009 sur les pesticides), la question des risques aigus et chroniques pour la santé des populations humaines demeure donc importante pour la santé publique. La réalité de ces expositions est peu contestée. Elle est notamment documentée par certaines études de terrain visant à mesurer les quantités de pesticides présentes sur la peau des travailleurs, dans l'air qu'ils inhalent ou dans les matrices biologiques (plasma, urines) à la suite de tâches exposantes. C'est pourquoi, bien que les données sur ces expositions restent aujourd'hui fragmentaires et nécessitent d'être consolidées de manière à établir avec plus de justesse les liens avec la santé, les travaux conduits par le GT l'amènent à proposer des recommandations en vue d'améliorer les procédures d'évaluation des risques et, d'ores et déjà, à prendre des mesures pour réduire l'exposition aux pesticides des personnes travaillant en agriculture.

Plusieurs des recommandations qui suivent visent à faciliter la mise en œuvre d'interventions collectives notamment en ayant des modalités d'évaluation des risques mieux documentées, les plus transparentes possible, qui permettent de construire des diagnostics partagés entre acteurs. Toutefois, il ne nous appartenait pas de décider de la forme institutionnelle précise de ces dispositifs. Ce faisant, nous n'avons pas traité de façon séparée les DROM-COM, bien que ceux-ci fassent l'objet de nombreuses spécificités concernant les filières de production, les pratiques et l'organisation institutionnelle (notamment pour les dispositifs de prévention).

Conformément à l'autosaisine à laquelle le groupe de travail a répondu, les recommandations qui suivent concernent spécifiquement les expositions professionnelles en agriculture. Il convient néanmoins de noter qu'en plus d'être un milieu de travail, l'exploitation agricole est souvent un milieu de vie qui implique l'exposition potentielle aux pesticides de tous les membres de la famille. Par ailleurs, d'autres secteurs professionnels sont soumis à des expositions aux pesticides. Des réflexions sur les caractéristiques et spécificités des expositions dans ces autres populations seraient également nécessaires dans un objectif de connaissance et de prévention mais n'ont pas été menées dans le cadre de ce travail.

Cette expertise n'a pas traité non plus des expositions de la population générale aux pesticides agricoles, notamment par le biais de la consommation de résidus dans l'eau de boisson ou les aliments ou encore par diffusion des pesticides à proximité des zones traitées. La réduction de ces autres types d'expositions nécessiterait des recherches complémentaires même si la portée de plusieurs des thèmes abordés ici dépasse la question des seules expositions professionnelles.

Enfin, l'analyse par le groupe de travail ne visait pas à caractériser les expositions à l'échelle des substances actives ou des familles de pesticides. Il s'agissait d'envisager la question de manière globale, d'un point de vue pluridisciplinaire. Aussi, les constats et recommandations qui suivent ont

une portée générale et n'envisagent pas les cas particuliers de certaines substances ou circonstances spécifiques d'exposition si ce n'est à titre d'illustration.

Les recommandations du groupe, dont certaines sont détaillées dans le corps du rapport, ne sont pas hiérarchisées et concernent huit grands domaines : la réduction de l'usage des pesticides, la production de données d'exposition, l'accessibilité et la capitalisation des informations disponibles, l'environnement technique des expositions, le conseil, la formation, les procédures de mise sur le marché et la complexité réglementaires.

■ **Réduire l'usage des pesticides**

Le groupe de travail constate que :

- i) La réduction de l'usage des pesticides en France est le plus souvent raisonnée dans une perspective environnementale ou pour réduire les résidus dans les produits finaux. La santé au travail des personnes travaillant dans l'agriculture est un élément très secondaire dans les débats qui accompagnent et régulent les choix techniques dans le secteur agricole en France.
- ii) Ceci favorise la mise en œuvre de stratégies de réduction de l'utilisation de pesticides qui peuvent parfois avoir des effets négatifs concernant les expositions des personnes travaillant dans l'agriculture et les risques qu'elles encourent (par exemple stratégie d'efficacité pouvant conduire à multiplier les manipulations de produits, stratégies de substitution pouvant conduire à remplacer un produit dangereux pour les milieux aquatiques par un produit moins dangereux pour ces milieux mais plus dangereux pour l'homme).
- iii) Le plan Ecophyto, dans sa version 2, réduit son ambition de réduction d'usage (- 25 % à horizon 2020) et met l'accent pour y parvenir sur des mesures d'optimisation des applications et de substitution dont l'efficacité attendue sur la réduction des expositions est très discutable. Il repousse à l'horizon 2020 la prise en charge d'une réduction plus ambitieuse des usages par une approche « reconception des systèmes ».

Recommandation : Diminuer l'usage des pesticides avec l'objectif explicite de réduire les expositions professionnelles des personnes travaillant dans l'agriculture

- Revoir la stratégie du plan Ecophyto en mettant en œuvre dès maintenant et sans attendre 2020 une réelle politique d'accompagnement des acteurs à la réduction d'utilisation des pesticides fondée sur la recherche d'une moindre dépendance des systèmes de culture et de production aux pesticides permise par des stratégies de reconception de ces systèmes.
- Évaluer et rendre compte de façon systématique des consommations de pesticides associées à différents modes de conduite technique. Rendre publics les résultats de ces évaluations et documenter les données d'exposition qui leur sont associées. Sont particulièrement concernés de nouveaux modes de conduite qui seraient préconisés, ou des modes de conduite pour lesquels la littérature scientifique et/ou l'analyse de données statistiques fait ressortir des recours importants aux pesticides, en particulier :
 - certaines techniques de production encouragées par les organisations professionnelles agricoles et les pouvoirs publics : techniques sans labour, simplification des successions, développement d'unités d'élevage de grande dimension... ;
 - les cahiers des charges imposant aux producteurs des résultats (cosmétique, conservation) ne pouvant être obtenus qu'à l'aide d'un recours élevé aux pesticides.
- Assurer une veille sur l'utilisation d'outils d'aide à la décision et identifier la part des outils qui permettent de porter un diagnostic sur la situation par rapport à ceux qui fonctionnent comme des « alertes » et délivrent surtout des incitations à traiter (via SMS, e-mails...) sans référence à l'observation de l'état des cultures dans l'exploitation.

- Développer des études spécifiques, intégrant des données sur les expositions des personnes travaillant en agriculture, pour tenir compte des expositions professionnelles dans l'évolution des pratiques d'utilisation des pesticides. Sont particulièrement concernées les stratégies d'efficacité (par exemple fractionnement des doses) et de substitution.
- Tenir compte du coût des équipements de protection individuelle et collective (respect des prescriptions de renouvellement de matériel, respect des normes de qualité quand elles sont explicites) dans les analyses technico-économiques utilisées pour étayer les choix techniques ; conduire des études technico-économiques intégrant ces coûts chaque fois que nécessaire.

■ Produire des données sur les expositions

Le groupe de travail constate que :

- i) Les données relatives aux expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture sont lacunaires et aucune organisation en France n'est en charge de les produire. Ces données, qui peuvent également être utilisées dans le cadre de l'homologation des produits sont, pour certaines, produites par des organismes non indépendants (ayant un intérêt économique à la vente de pesticides, soit directement *via* la vente de produits soit indirectement *via* la commercialisation de produits d'aval).
- ii) Les expositions sont associées aux caractéristiques individuelles des personnes qui sont très diverses, en âge, sexe, statut (chefs d'exploitation, main-d'œuvre familiale, salariés permanents et non permanents [contrats saisonniers, vendange...], salariés de prestataires de service, stagiaires, techniciens intervenant sur l'exploitation). Ces caractéristiques sont aujourd'hui mal documentées et peu prises en compte alors qu'elles peuvent être associées à des risques de santé spécifiques (par exemple femmes en âge de procréer et risques pour le fœtus, personnes en situation de précarité avec un accès à la santé limité).
- iii) Les tâches réalisées sur les exploitations agricoles sont multiples et, de plus, inégalement exposantes et inégalement distribuées selon les caractéristiques individuelles des travailleurs. Certaines sont aujourd'hui peu documentées et/ou peu considérées dans l'évaluation des risques, en particulier celles qui résultent de contact avec des végétaux, animaux ou surfaces traités. Dans certains domaines d'activité (notamment élevage et utilisation de biocides), aucun recensement des situations exposantes n'a été identifié.
- iv) Les types de pesticides utilisés sur une même exploitation sont multiples pour les différentes activités (traitement des cultures, des animaux, des bâtiments, du matériel), ceci sur une même période de temps, et plus encore tout au long d'une carrière professionnelle. Peu de connaissances existent sur les caractéristiques et les effets potentiels de ces combinaisons.

Recommandation : Produire des données sur les situations d'expositions considérant la diversité des personnes exposées en soutenant le développement d'études indépendantes

- Créer et rendre accessibles des données sur toutes les catégories de personnes travaillant dans les exploitations agricoles de manière suivie au cours du temps : nombre et caractéristiques des travailleurs (main-d'œuvre familiale, salariés permanents et non permanents, salariés des prestataires de service, stagiaires...)
- Documenter avec précision les niveaux de contamination et les déterminants de l'exposition dans des situations (cultures/élevages, tâches) aujourd'hui non étudiées en France à l'aide d'études de terrain indépendantes. Préciser les spécificités des circonstances d'exposition pour les différentes catégories de personnes travaillant dans l'agriculture.

- Documenter notamment les expositions dans des populations présentant des circonstances d'exposition particulière et/ou une sensibilité particulière vis-à-vis de certains risques de santé.
- Documenter la combinaison des expositions aux pesticides (phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires) à l'échelle de l'individu, au cours d'une saison, et au cours d'une carrière professionnelle, par exemple à l'aide de panels de différentes catégories de personnes travaillant dans l'agriculture (chefs d'exploitations, conjoints, salariés, stagiaires, salariés d'entreprise de traitement, techniciens...) régulièrement interrogées sur la nature des produits qu'elles utilisent et/ou avec lesquels elles sont en contact.

■ **Accessibilité, centralisation et capitalisation des informations**

Le groupe de travail constate que :

- i) L'accès à l'information susceptible de mieux documenter les expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture est en partie soumis à des exigences de confidentialité (confidentialité des données administratives, secret statistique...) ainsi qu'au secret industriel pour les données de l'homologation. Ces exigences de confidentialité sont parfois interprétées de façon excessive, empêchant de traiter correctement les enjeux de santé publique.
- ii) Les sources d'information d'origine diverse sont dispersées, sans aucune centralisation de l'ensemble, aussi bien pour les données de pré-homologation que de post-homologation, aussi bien pour les connaissances sur les mesures des expositions que sur leurs déterminants.
- iii) Il n'y a pas de dispositif international de veille scientifique mutualisée permettant de capitaliser et valoriser au mieux l'avancée des connaissances relatives aux expositions aux pesticides et de les rendre accessibles au public.
- iv) Les projets en cours de suivi réglementaire « post-homologation » ne concernent, pour les expositions professionnelles en agriculture, que les produits phytopharmaceutiques et pour ces derniers le suivi post-AMM actuel est jugé très insuffisant.

Recommandation : Favoriser l'accessibilité, la centralisation et la capitalisation des informations sur les expositions aux pesticides

- Favoriser l'exploitation des données existantes telles que celles du recensement agricole ou des enquêtes « pratiques agricoles » et les travaux méthodologiques permettant d'intégrer des paramètres pertinents pour une documentation des expositions des individus.
- Pour ce faire, faciliter l'accès aux statistiques publiques (statistiques agricoles, population...), notamment pour les organismes de recherche, les associations et les partenaires sociaux travaillant sur les expositions aux pesticides agricoles, selon les dispositions réglementaires et techniques adaptées à chaque catégorie, et réduire le coût de mise à disposition de ces données.
- S'assurer que les organismes ayant des délégations de service public restituent aux services de l'État les informations permettant de documenter les expositions aux pesticides.
- Veiller au respect de la législation pour garantir aux experts autorisés l'accès aux données couvertes par le secret industriel lorsque des questions de santé publique sont en jeu (notamment article L. 1313-2. du code de la santé publique).
- Rendre accessible au public sur un site informatique l'ensemble des fiches de données de sécurité, avec l'ensemble des informations concernant la prévention des risques, pour les produits phytopharmaceutiques et les biocides. Actualiser ces données à chaque modification des produits et fournir les informations de base des produits mis sur le marché (liste des

produits, composition, usages autorisés, doses homologuées, caractéristiques toxicologiques et écotoxicologiques).

- Créer, en France, un dispositif de veille centralisant et capitalisant les informations scientifiques, techniques et réglementaires sur les expositions pour tous les pesticides (produits phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires), et les mettant à disposition du public - dispositif comprenant notamment l'actualisation périodique rendue publique de la revue de littérature sur la France réalisée par le GT, les données météorologiques internationales, les résultats d'évaluation de différents types d'interventions en matière de prévention.
- Développer une collaboration internationale permettant de mutualiser une veille scientifique pluridisciplinaire sur les expositions professionnelles aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.

■ **Environnement technique des expositions**

Le groupe de travail constate que :

- i) Les politiques de prévention des risques sont en grande partie centrées sur quelques déterminants matériels de l'exposition relevant du comportement individuel des personnes au travail : mesures d'hygiène, port d'équipements de protection individuelle... Ces éléments, piliers de l'évaluation réglementaire des risques, de la formation et du conseil, n'ont pas toujours fait l'objet d'évaluations rigoureuses dans les conditions de la pratique pour vérifier qu'ils permettent effectivement de réduire les expositions. De plus, ils sont normalement à utiliser en dernière intention selon les principes généraux de prévention (*cf.* code du travail).
- ii) Les caractéristiques du matériel de traitement, des formulations de pesticides et des équipements de protection déterminent le niveau de contamination des personnes exposées aux pesticides en agriculture. Cependant, la conception et les innovations de ces éléments matériels n'intègrent généralement pas les contraintes des opérateurs au cours de leurs activités.
- iii) Des évolutions technologiques du matériel, des équipements de protection, des conditionnements, des formulations sont régulièrement proposées par les fabricants comme des solutions permettant de diminuer les expositions des utilisateurs. Cependant, il n'y a pas d'évaluation systématique de la réelle diminution d'exposition individuelle qu'entraînent ces changements.
- iv) Un contrôle obligatoire des pulvérisateurs a été récemment institué mais il privilégie essentiellement les contraintes environnementales et des notions de sécurité vis-à-vis des accidents.

Recommandation : Évaluer et agir sur l'environnement technique de l'exposition en intégrant les contraintes des utilisateurs

- Créer un réseau associant différents types d'acteurs (praticiens, chercheurs...) dans une réflexion sur les conditions matérielles de l'exposition, en prenant en compte les contraintes des utilisateurs dans les conditions de terrain comme par exemple sur les possibilités d'évolution du matériel de pulvérisation. Mettre en place un système d'intervention pour adapter le matériel existant et tenir compte de l'avancée des connaissances dans ce domaine (meilleure accessibilité, mise à disposition de réserve d'eau claire, conception de cabines sécuritaires, choix des buses...).
- Imposer aux fabricants de matériel de prendre en compte des déterminants des expositions dans les processus de conception, de développer des méthodes de co-conception et de simulation des activités d'usage des matériels dans les processus en amont de la conception

afin d'améliorer les problèmes liés aux accès du pulvérisateur, aux réglages des équipements, à la maintenance, au nettoyage

- Proposer des schémas pour l'organisation de chantiers de traitement, sur la base de l'expertise ergonomique pour tous les types de pesticides.
- Évaluer, à l'aide d'études de terrain indépendantes et en conditions réelles, l'impact des changements technologiques (concernant notamment le matériel, les formulations de produits) en matière d'exposition des personnes travaillant en agriculture : par exemple l'usage des sachets dispersibles, les pompes doseuses, les incorporateurs, la conception des bidons....
- Évaluer, à l'aide d'études de terrain indépendantes et en conditions réelles, l'efficacité des équipements de protection vis-à-vis de l'exposition des personnes. Remettre en question la place accordée au port des EPI comme mesure d'atténuation de l'exposition dans l'homologation des pesticides, en particulier dans les situations où les études de terrain ont montré l'incompatibilité du port d'EPI avec les conditions concrètes de l'activité (par exemple le port de combinaisons lors de phases de réentrée).
- Renforcer le contrôle du matériel de pulvérisation (entretien préventif, gestion des fuites, calibration et réglage du débit) mais aussi se servir du contrôle des pulvérisateurs comme une porte d'entrée pour mieux informer sur la question des expositions aux pesticides en fournissant une formation adéquate aux utilisateurs et aux contrôleurs de pulvérisateurs.
- Améliorer l'information sur la dangerosité des pesticides en clarifiant et évaluant la conformité et l'opérationnalité des fiches de données de sécurité, des RCP, des fiches techniques, des étiquettes présentes sur les contenants de pesticides, et des informations présentes sur les vêtements de protection.
- Interdire et sanctionner la diffusion d'informations visant à minimiser de façon trompeuse les dangers des produits.

■ Le conseil

Le groupe de travail constate que :

- i) Les moyens humains consacrés à un conseil en prévention indépendant sont très faibles, et la possibilité de bénéficier d'un conseil adéquat pour réduire l'usage des pesticides et les expositions se heurte à de nombreuses difficultés.
- ii) Les interventions relatives à la prévention des risques professionnels liés à l'usage de pesticides sont encadrées dans l'agriculture française par des dispositifs réglementaires, peu coordonnés, qui confient des missions se recouvrant partiellement à des organismes distincts (en métropole principalement le réseau de prévention de la MSA, les organismes indépendants de conseil technique, le réseau des vendeurs de produits, le réseau des conseillers techniques des organismes d'aval [coopératives de collecte...]) ; ces recouvrements induisent une dilution des responsabilités.
- iii) Des pans entiers de la population professionnelle échappent à toute action structurée de conseil en prévention (une partie des éleveurs sans salariés, certains salariés saisonniers, etc.).
- iv) Une grande partie des missions de conseil relatives à la réduction d'utilisation des pesticides et à la prévention est confiée à des personnes appartenant à des entreprises dont les bénéfices commerciaux sont directement dépendants de l'usage de pesticides (vendeurs de produits phytopharmaceutiques, conseillers d'entreprises de collecte dont les résultats économiques dépendent de l'usage de pesticides, vétérinaires vendant des médicaments vétérinaires et des biocides, vendeurs de biocides). Ce constat soulève la question des conflits d'intérêt dans lesquels s'inscrivent ces prestations.

- v) Il n'y a pas de dispositif coordonné et indépendant pour appuyer le conseil prévention en agriculture. Les conseillers n'ont accès qu'à des informations fragmentaires et se trouvent fréquemment démunis.

Recommandation : Réorganiser le conseil pour réduire les expositions aux pesticides

- Préciser les missions et les responsabilités des intervenants des différents dispositifs concernés par la prévention et la réduction des expositions aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture.
- Soutenir le développement d'actions de prévention par des organismes indépendants.
- Préciser les objectifs et indicateurs de résultats assignés à chacun de ces dispositifs, et évaluer ces résultats.
- S'assurer que toutes les catégories de personnes potentiellement exposées sont effectivement ciblées par ces actions de prévention, quel que soit leur statut sur l'exploitation.
- S'assurer que tous les pesticides sont pris en compte dans les actions de prévention (produits phytopharmaceutiques, biocides et médicaments vétérinaires) et que la charge de l'intégration des prescriptions n'est pas reportée sur le seul utilisateur final.
- Évaluer de façon rigoureuse les conséquences des situations de conflits d'intérêt économiques et leur impact sur la qualité des informations et du conseil délivré pour réduire les expositions des personnes travaillant sur les exploitations agricoles, pour les trois types de pesticides et dans les différents dispositifs (réseau de vendeurs, réseau des organismes de collecte...), et en tenir compte pour définir les missions et responsabilités des différents intervenants.
- Améliorer le soutien technique des conseillers en amont de leur activité. Dans un dispositif spécifique, ou comme composante d'un dispositif plus large, mettre en place un système de veille scientifique et technique et un lieu de partage des ressources utilisables, pour concevoir et mettre en œuvre des mesures de prévention, accessibles à l'ensemble des conseillers (quelle que soit leur appartenance professionnelle) et à l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture.
- Recenser les initiatives internationales d'aide à la décision pour les traitements pesticides, intégrant par exemple des indicateurs de risque (p. ex. : initiative IRPeQ au Québec). Réfléchir aux possibilités d'adaptation au contexte français dans le cadre d'une réflexion globale sur l'intérêt et les limites des stratégies de substitutions.

■ La formation

Le groupe de travail constate que :

- i) Les préoccupations de santé au travail relatives à l'exposition aux pesticides des personnes travaillant dans l'agriculture sont prises en compte de façon très hétérogène lors de la formation initiale, comme dans les cursus de formation professionnelle et supérieure conduisant à travailler dans l'agriculture, avec parfois une absence totale de formation sur ce thème.
- ii) Les quatre heures consacrées par la formation Certiphyto à ce thème ne permettent qu'une sensibilisation, ce qui est un progrès mais reste insuffisant : elle n'est pas obligatoire pour toutes les personnes potentiellement exposées et elle ne concerne que les produits phytopharmaceutiques.
- iii) Les formations, lorsqu'elles existent, n'intègrent pas de manière satisfaisante les pratiques réelles du travail et leur diversité, et les questions concrètes voire contradictoires que pose la mise en œuvre de conseils trop généraux.

- iv) Les qualifications des formateurs eux-mêmes sont très diverses et ne garantissent pas une homogénéité des formations dans l'ensemble des champs concernés par l'exposition.
- v) Les formations sont fréquemment centrées sur le comportement individuel : port d'équipements de protection individuelle, mesures d'hygiène, type de matériel utilisé, et ne sensibilisent pas à d'autres déterminants de l'exposition. Elles sont aussi centrées sur les phases de préparation et d'application et traitent peu ou pas des autres situations d'exposition (contaminations indirectes).

Recommandation : Évaluer et améliorer la qualité des formations proposées sur les expositions professionnelles aux pesticides aux personnes travaillant dans l'agriculture

- S'assurer que les moyens nécessaires pour le développement de formations sur les expositions aux pesticides sont mis en œuvre par les établissements d'enseignement, dans tous les cycles de l'enseignement professionnel agricole.
- Former l'ensemble des personnes travaillant dans l'agriculture aux risques des expositions pour la santé (effets à court et à long terme), et pas seulement une personne par exploitation (applicateur ou preneur de décision), de façon à inclure tous les utilisateurs et toutes les formes d'exposition (notamment en réentrée). Inclure tous les types de pesticides – produits phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires).
- Confier ces formations à des organismes indépendants (n'ayant aucun intérêt commercial à la vente de pesticides).
- Prendre en compte toute la variété des déterminants de l'exposition dans les dispositifs de formation existants (y compris Certiphyto) et donc inclure de façon systématique dans la formation sur les expositions des personnes la notion prioritaire de réduction d'usage avant le port des EPI.
- Développer des formes de pédagogie intégrant les représentations des acteurs formés, comme des ateliers permettant des mises en situation, ou encore l'usage de « révélateurs » des expositions (par exemple simuler les expositions aux pesticides à l'aide de traceurs colorés). Mettre en place un dispositif permettant de mutualiser le matériel pédagogique.
- Renforcer, étendre, et évaluer de façon systématique l'efficacité des formations financées par les fonds publics (évaluation précise de l'acquisition de connaissances, de l'impact sur les changements de pratique...), incluant la formation Certiphyto et la formation Certibiocide.
- Réviser les conditions d'attribution automatique du certificat Certiphyto suite à l'obtention de certains diplômes de l'enseignement agricole pour réserver cette procédure aux personnes dont il est avéré qu'elles ont reçu une formation à la prévention des expositions professionnelles aux pesticides en agriculture.

■ **Procédures de mise sur le marché**

Le groupe de travail constate que :

- i) L'évaluation du risque (incluant l'évaluation des expositions), menée dans le cadre de l'homologation des pesticides, fonctionne selon des logiques différentes pour les produits phytopharmaceutiques, les biocides et les médicaments vétérinaires alors qu'ils peuvent contenir des substances identiques, aux profils toxicologiques similaires.
- ii) La modélisation des expositions dans la démarche d'homologation des pesticides repose sur la définition de *scenarii*, censés représenter les principales situations de terrain dans leur diversité et leur complexité, ou tout au moins prendre en compte les circonstances les plus défavorables. Mais les fondements de cette assertion ne sont pas aujourd'hui clairement documentés.

- iii) La construction des *scenarii* d'exposition ne mobilise pas toutes les connaissances disponibles. Par exemple :
- le choix des cultures et des tâches prises en compte pour représenter les principales situations d'exposition ne s'appuie pas sur les données existantes dans la statistique agricole ou dans des études de terrain sur le nombre de personnes exposées ou la fréquence des expositions,
 - le choix des matériels pris en compte ne s'appuie pas sur une documentation des caractéristiques de l'ensemble des matériels utilisés alors qu'elles influencent notablement les niveaux d'exposition,
 - certaines sources de données administratives sur les expositions (par exemple Phyt'attitude, données des centres antipoison) ne sont pas pleinement intégrées alors que les informations issues des déclarations individuelles pourraient en principe potentiellement fournir dans certains cas des informations sur les conditions réelles de l'emploi des produits.
- iv) Les modèles utilisés pour le calcul des expositions dans l'homologation des pesticides ne retiennent qu'un nombre extrêmement limité d'études publiées dans la littérature académique, sélectionnées selon des procédures peu explicites (volume 7).
- v) Les modèles concernant l'exposition utilisés dans le cadre de la démarche d'homologation des pesticides reposent principalement sur des études générées par les fabricants de pesticides, n'ayant généralement pas donné lieu à des publications scientifiques selon une procédure de relecture par des pairs. La validation des données est confiée à des agences d'évaluation qui ont recours à des comités d'experts. Pour autant, ce processus ne permet ni de rendre publics les méthodes employées et les résultats obtenus dans l'objectif de vérifier leur reproductibilité, ni d'engager des débats contradictoires au sein de la communauté scientifique.

Recommandation : Ouvrir une réflexion interdisciplinaire sur l'évaluation des expositions dans la procédure de mise sur le marché des pesticides, y intégrer des données de sources diverses, rendre ces données publiques

- Harmoniser les méthodes d'évaluation des expositions dans la procédure de mise sur le marché des trois types de pesticides utilisés en agriculture (phytopharmaceutiques, biocides, médicaments vétérinaires) et l'appliquer à l'ensemble des produits aujourd'hui sur le marché (y compris les médicaments vétérinaires anciens ou certains biocides qui n'ont pas été évalués avec les procédures actuelles).
- Développer une réflexion indépendante sur l'estimation des expositions dans la procédure d'homologation pour intégrer l'expertise et les données de la recherche publique, par exemple en créant des groupes de travail méthodologiques visant à proposer des améliorations au système actuel.
- S'assurer que les données d'exposition incluses dans les modèles d'exposition sont issues d'études ayant fait l'objet de publications scientifiques selon une procédure de relecture par des pairs.
- Dans le choix des *scenarii* et la construction de modèles d'exposition pour la mise sur le marché des pesticides, associer les données produites par la recherche académique, les données de la statistique publique agricole, les données d'études de terrain afin d'affiner l'estimation des niveaux d'exposition et la connaissance des déterminants.
- Au-delà de leur production par des études de terrain, veiller à la manière dont les données d'exposition produites sont effectivement prises en compte dans l'évaluation du risque. S'interroger par exemple sur la pertinence d'exclure les valeurs d'exposition les plus hautes (au-delà du 75^e ou du 90^e percentile), ou encore de remplacer des données manquantes par des valeurs par défaut (exemple pour les résidus foliaires, ou encore pour les coefficients de transfert lorsqu'ils manquent pour une culture ou une tâche donnée).

- Revoir le mode de définition des délais de réentrée en se basant sur une évaluation des risques, comme c'est le cas dans certains pays comme le Canada, plutôt que sur le simple classement toxicologique comme c'est le cas actuellement.
- Réaliser des enquêtes de terrain dans des échantillons représentatifs d'exploitations agricoles (ou valoriser des données d'enquêtes existantes) sur la diversité des matériels effectivement mis en œuvre afin d'argumenter le choix des matériels pris en compte dans les *scenarii* servant à la modélisation des expositions.
- Évaluer si les modèles réputés « conservateurs » pour l'estimation des expositions des populations travaillant en agriculture représentent effectivement les situations réelles les plus défavorables en croisant les estimations qu'ils produisent avec des données de terrain (mesures et observations).
- Prendre en compte dans la procédure de mise sur le marché les spécificités de certaines populations ayant des profils d'exposition particuliers (travailleurs précaires, salariés des entreprises de travaux agricoles...).

■ **Complexité des réglementations**

Le groupe de travail constate que :

- i) En dépit du très grand nombre de procédures réglementaires en place, des effets sur la santé des personnes travaillant en agriculture sont aujourd'hui observés.
- ii) Personne ne semble avoir de vision globale de l'ensemble du dispositif réglementaire qui encadre l'usage des pesticides, leur homologation, les procédures visant à éviter ou reconnaître leurs effets négatifs.

En l'absence de compétence juridique suffisante, le groupe de travail ne peut formuler qu'un avis incomplet mais constate cependant que l'actuelle complexité réglementaire conduit notamment :

- iii) À rendre inopérantes un grand nombre de ces réglementations.
- iv) À diluer les responsabilités et à reporter sur les utilisateurs finaux la charge de faire des arbitrages complexes en vue d'assurer leur propre protection.
- v) À donner ainsi un rôle central à des instruments de prévention qui ne devraient être utilisés qu'après que d'autres moyens ont été mis en place, en particulier en donnant un rôle central aux équipements de protection individuelle alors que leur efficacité dans la réduction des expositions est aujourd'hui l'objet de débats contradictoires.
- vi) À favoriser l'opacité des notions qui sont utilisées. Ainsi la notion de « bonnes pratiques agricoles » est largement utilisée, à la fois dans l'homologation, dans la prévention et dans la formation alors même qu'il n'y a pas aujourd'hui de définition partagée de cette notion et que son usage à des fins normatives est objet de controverses.
- vii) À limiter la capacité des personnes travaillant dans l'agriculture à faire valoir leurs droits. Ainsi des tableaux de maladies professionnelles ont été créés par la réglementation française pour permettre une reconnaissance de certaines maladies ayant un lien avec les expositions agricoles aux pesticides, cependant les utilisateurs finaux concernés semblent aujourd'hui disposer d'une connaissance limitée de ce système.

Recommandation : Réduire la complexité des réglementations concernant les pesticides

- Ouvrir une réflexion sur la clarification et l'harmonisation des réglementations concernant les pesticides, incluant notamment les réglementations applicables à l'homologation et l'usage des pesticides, à la prévention des risques induits par les pesticides, à la reconnaissance des droits des personnes exposées en agriculture. Cette réflexion devra être conduite avec des

spécialistes du droit et s'appuyer sur une démarche pluridisciplinaire permettant de discuter de l'opérationnalité des modifications envisagées.

Date de validation du rapport d'expertise collective par le groupe de travail : 7 juin 2016

9 Bibliographie

9.1 Publications

ADE (2009) Evaluation of the implementation of the farm advisory System. ADE in collaboration with Adas, Agrotech and evaluators E.U., 183p.

Afsset (2010) Efficacité de protection chimique des combinaisons de type 3 et de type 4. Constat de l'efficacité de protection chimique des combinaisons de type 3 et 4 au regard de la perméation

Agopian J, Navarro JM *et al.* (2009) Agricultural pesticide exposure and the molecular connection to lymphomagenesis. *Journal of experimental medicine* **206**(7), 1473-1483.

Agreste (2011) Recensement agricole 2010 - Premières tendances.

Alavanja MC, Sandler DP *et al.* (1996) The Agricultural Health Study. *Environmental Health Perspectives* **104**(4), 362-369.

Amoneau M, Grimhler S Comportements réels et prescrits de l'opérateur lors de l'utilisation de produits phytosanitaires : Identification des écarts et de leur influence sur l'exposition. In '38ème congrès du Groupement français des pesticides (GFP)', 21- 23 mai 2008, Brest,

Andral B, Bessemoulin J-C, Dutartre S, Galibert T (2015) Évaluation du dispositif de délivrance du certificat individuel phytopharmaceutique (certiphyto). Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt/CGAAER/CGEDD, 79p.

André V, Lebailly P, Pottier D, Deslandes E, De Meo M, Henry-Amar M, Gauduchon P (2003) Urine mutagenicity of farmers occupationally exposed during a 1-day use of chlorothalonil and insecticides. *International archives of occupational and environmental health* **76**(1), 55-62.

Ansaloni M, Smith A (2014) Whither the State when it acts through market? The case of pesticide reduction in the vineyard of Bordeaux. *Economic sociology The European electronic newsletter* **15**(2), 7.

Anses (2011) Réseau national de vigilance et de prévention des pathologies professionnelles, rapport scientifique. 279p.

Anses (2012) Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à une demande d'informations complémentaires aux avis délivrés par l'Anses concernant les caractéristiques des EPI (Équipement de Protection Individuelle)

Anses (2014) Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail relatif à l'efficacité de vêtements de protection portés par les applicateurs de produits phytopharmaceutiques.

Arcury TA, Quandt SA, Russell GB (2002) Pesticide safety among farmworkers: perceived risk and perceived control as factors reflecting environmental justice. *Environmental Health Perspectives* **110**(Suppl 2), 233-240.

Aubertot J, Barbier J, Carpentier A, Gril J, Guichard L, Lucas P, Savary S, Savini I, Voltz M (2005) Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. INRA, Cemagref, Expertise scientifique collective.

Aujas P, Lacroix A, Lemarie S, Reau R (2011) Réduire l'usage des pesticides : un défi pour le conseil aux agriculteurs. *Economie rurale*(324), 18-33.

Baldi I, Cantagrel A, Lebailly P, Tison F, Dubroca B, Chrysostome V, Dartigues JF, Brochard P (2003a) Association between Parkinson's disease and exposure to pesticides in southwestern France. *Neuroepidemiology* **22**(5), 305-310.

- Baldi I, Carles C, Blanc-Lapierre A, Fabbro-Peray P, Druet-Cabanac M, Boutet-Robinet E, Soulat JM, Bouvier G, Lebailly P (2015) A French crop-exposure matrix for use in epidemiological studies on pesticides: PESTIMAT. *J Expo Sci Environ Epidemiol*.
- Baldi I, Filleul L, Mohammed-Brahim B, Fabrigoule C, Dartigues JF, Schwall S, Drevet JP, Salamon R, Brochard P (2001) Neuropsychologic effects of long-term exposure to pesticides: results from the French Phytoneer study. *Environmental health perspectives* **109**(8), 839-844.
- Baldi I, Gruber A, Rondeau V, Lebailly P, Brochard P, Fabrigoule C (2011) Neurobehavioral effects of long-term exposure to pesticides: results from the 4-year follow-up of the PHYTONER Study. *Occupational and environmental medicine* **68**(2), 108-115.
- Baldi I, Lebailly P, Bouvier G, Rondeau V, Kientz-Bouchart V, Canal-Raffin M, Garrigou A (2014) Levels and determinants of pesticide exposure in re-entry workers in vineyards: results of the PESTEXPO study. *Environ Res* **132**, 360-9.
- Baldi I, Lebailly P, Jean S, Rougetet L, Dulaurent S, Marquet P (2006) Pesticide contamination of workers in vineyards in France. *Journal of exposure science and environmental epidemiology* **16**(2), 115-124.
- Baldi I, Lebailly P, Mohammed-Brahim B, Letenneur L, Dartigues JF, Brochard P (2003b) Neurodegenerative diseases and exposure to pesticides in the elderly. *American journal of epidemiology* **157**(5), 409-414.
- Baldi I, Lebailly P, Rondeau V, Bouchart V, Blanc-Lapierre A, Bouvier G, Canal-Raffin M, Garrigou A (2012) Levels and determinants of pesticide exposure in operators involved in treatment of vineyards: results of the PESTEXPO Study. *Journal of exposure science and environmental epidemiology* **22**(6), 593-600.
- Barbier J-M, Bonicel L, Dubeuf J-P, Guichard L, Halska J, Meynard J-M, Schmidt A (2010) Ecophyto R&D. Vers des systèmes de culture économes en produits phytosanitaires. Volet 1. Tome VII : Analyse des jeux d'acteurs.
- Barraza D, Jansen K, van Wendel de Joode B, Wesseling C (2011) Pesticide use in banana and plantain production and risk perception among local actors in Talamanca, Costa Rica. *Environ Res* **111**(5), 708-17.
- Bassinot S (1998) Pesticides experimentation. What is the human exposure?
- Becouarn K, Lacroix D, Lambert M, Grimbuhler S Evaluation de l'exposition potentielle et des contraintes physiques lors de la manipulation des emballages de produits phytopharmaceutiques. In '43ème congrès du Groupement français des pesticides (GFP)', 29-31 mai 2013, Albi,
- Begaud B, Evreux JC, Jouglard J, Lagier G (1985) [Imputation of the unexpected or toxic effects of drugs. Actualization of the method used in France]. *Thérapie* **40**(2), 111-8.
- Belpomme D, Irigaray P, Ossondo M, Vacque D, Martin M (2009) Prostate cancer as an environmental disease: an ecological study in the French Caribbean islands, Martinique and Guadeloupe. *International journal of oncology* **34**(4), 1037-1044.
- Bemer D, Fimes J, Subra I, Blachere V, Protois JC (2007) Pesticide aerosol characteristics in the vicinity of an agricultural vehicle cab during application. *Journal of occupational and environmental hygiene* **4**(7), 476-482.
- Benbrook C (2012) Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. -- the first sixteen years. *Environmental Sciences Europe* **24**(1), 24.
- Benhamou S, Benhamou E, Flamant R (1988) Occupational risk factors of lung cancer in a French case-control study. *British journal of industrial medicine* **45**(4), 231-233.
- Berode M, Grumet C, Mann S Evaluation de l'exposition dans une serre d'horticulture après un traitement phytosanitaire. In 'XVIIIes Journées franco-suissees de médecine du travail', 3-4 juin 1999 1999, Aix-les-Bains. (Ed. Sdmdt Dauphiné-Savoie), pp. 101-110

- Beyer H, Grimbuhler S Operator actual protection against pesticide exposure in French greenhouses. In 'International Conference on Agricultural Engineering (AgEng)', 6 septembre 2010, Clermont-Ferrand, France,
- Blanc-Lapierre A, Bouvier G, Gruber A, Leffondre K, Lebailly P, Fabrigoule C, Baldi I (2013) Cognitive disorders and occupational exposure to organophosphates: results from the PHYTONER study. *American journal of epidemiology* **177**(10), 1086-1096.
- Blanchemanche S, Mouriaux M-F, Laurent C, Peskine E (2000) Multifonctionnalité de l'agriculture et statuts d'activité. *Économie rurale*, 41-51.
- Blanchet P, Dreyfus F (2013) Conseiller autrement l'utilisation des pesticides pour produire autrement. CGAEER, 99p.
- Blanco-Munoz J, Lacasana M (2011) Practices in pesticide handling and the use of personal protective equipment in Mexican agricultural workers. *J Agromedicine* **16**(2), 117-26.
- Blanquart S (2009) Role of multicriteria decision-aid (MCDA) to promote sustainable agriculture: heterogeneous data and different kinds of actors in a decision process. *International journal of agricultural resources, governance and ecology* **8**(2-4), 258-281.
- Boissonnot R (2010) Proposition d'une sélection de pesticides présentant un potentiel cancérigène pour l'homme en vue d'études d'impacts sanitaires en région Poitou-Charentes. Université de Poitiers, Faculté de Médecine et de Pharmacie,
- Boissonnot R, Grimbuhler S Exposition to carcinogenic pesticides of farmers : Impact of risk perception. In 'AgEng International Conference on Agricultural Engineering', 6 September 2010 2010, Clermont-Ferrand, France,
- Boissonnot R, Grimbuhler S Exposition des viticulteurs aux pesticides et perception du risque. In '41ème Congrès du Groupe Français des Pesticides', Mai 2011 2011, Orléans,
- Bonnaud L, Bouhsina Z, Codron J-M (2012) Le rôle du marché dans le contrôle des traitements phytosanitaires : L'exemple du secteur de la tomate. *Terrains et travaux* **20**(1), 87-103.
- Bonnefoy N (2012) Rapport d'information fait au nom de la mission commune d'information sur les pesticides et leur impact sur la santé et l'environnement. Tome I : rapport. Sénat, No. 42, 348p.
- Bougherara D, Combris P (2009) Eco-labelled food products: what are consumers paying for? *European review of agricultural economics* **36**(3), 321-341.
- Boulard T, Brun R, Hayer F, Gaillard G, Lecompte F (2012) Some results on environmental and human toxicity involved by greenhouse tomato production in France. *Acta Horticulturae* **952**, 367-375.
- Boussemart J-P, Leleu H, Ojo O (2011) Could society's willingness to reduce pesticide use be aligned with farmers' economic self-interest? *Ecological economics* **70**(10), 1797-1804.
- Bouvier G, Blanchard O, Momas I, Seta N (2006a) Environmental and biological monitoring of exposure to organophosphorus pesticides: Application to occupationally and non-occupationally exposed adult populations. *Journal of exposure science and environmental epidemiology* **16**(5), 417-426.
- Bouvier G, Blanchard O, Momas I, Seta N (2006b) Pesticide exposure of non-occupationally exposed subjects compared to some occupational exposure: A French pilot study. *Science of the total environment* **366**(1), 74-91.
- Breem Y (2012) Immigration et présence étrangère en France en 2011. Ministère de l'intérieur, Rapport du SOPEMI pour la France, 76p.
- Brucker-Davis F, Wagner-Mahler K, Delattre I, Ducot B, Ferrari P, Bongain A, Kurzenne JY, Mas JC, Fenichel P (2008) Cryptorchidism at birth in Nice area (France) is associated with higher prenatal exposure to PCBs and DDE, as assessed by colostrum concentrations. *Human reproduction* **23**(8), 1708-1718.
- Butault J-P, Dedryver C-A *et al.* (2010) Écophyto R&D. Quelles voies pour réduire l'usage des pesticides ? Synthèse du rapport de l'étude. INRA, 90p.

Cameron L, Lalach N, Bauer S, Booker V, Bogue HO, Samuels S, Steege AL (2006) Occupational health survey of farm workers by camp health aides. *J Agric Saf Health* **12**(2), 139-53.

Cardona A, Lamine C, Hochereau F (2012) Mobilisations et animations autour des réductions d'intrants : stratégies d'intéressement des agriculteurs dans trois territoires franciliens. *Revue d'études en agriculture et environnement* **93**(1), 49-70.

Casaux L (1993) 'La pluriactivité ou l'exercice par une même personne physique de plusieurs activités professionnelles.'

CCAIE (2009).

CCMSA (2014) Lutte contre la fraude et le travail dissimulé. Bilan 2013 de mise en oeuvre du plan institutionnel. MSA, 64p.

CCMSA (2015) Bilan des observations du Réseau Phyt'Attitude du 1er janvier 2008 au 31 décembre 2010. 83p.

Cerruto E, Balsari P, Oggero G, Friso D, Guarella A, Raffaelli M Operator safety during pesticide application in greenhouses: a survey on Italian situation. 2008, pp. 1504-1514

Chaklatti S, Rousselière D (2007) Confiance dans les associations de défense de l'environnement et opposition aux OGM en Europe. *Annals of public and cooperative economics* **78**(1), 21-56.

Chalouati H, Boutet E, Metais B, Fouche E, Ben Saad MM, Gamet-Payrastré L (2015) DNA damage and oxidative stress induced at low doses by the fungicide hexachlorobenzene in human intestinal Caco-2 cells. *Toxicol Mech Methods* **25**(6), 448-58.

Chantre E (2011) Farmers' learning processes in implementing low-input field crop agriculture : Case study of Champagne Berrichonne (Indre, France) during the years 1985-2010. AgroParisTech,

Chevrier C, Limon G, Monfort C, Rouget F, Garlantezec R, Petit C, Durand G, Cordier S (2011) Urinary biomarkers of prenatal atrazine exposure and adverse birth outcomes in the PELAGIE birth cohort. *Environmental health perspectives* **119**(7), 1034-1041.

Chrysostome V, Tison F, Yekhlief F, Sourgen C, Baldi I, Dartigues JF (2004) Epidemiology of multiple system atrophy: a prevalence and pilot risk factor study in Aquitaine, France. *Neuroepidemiology* **23**(4), 201-208.

Clavel J, Hemon D, Mandereau L, Delemotte B, Severin F, Flandrin G (1996) Farming, pesticide use and hairy-cell leukemia. *Scandinavian journal of work, environment and health* **22**(4), 285-293.

CNLTI (2007) Bilan 2006 du Plan national de lutte contre le travail illégal. Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement, 11p.

CNLTI (2012) Plan national de lutte contre le travail illégal 2013-2015. 34p.

Coble J, Thomas KW *et al.* (2011) An Updated Algorithm for Estimation of Pesticide Exposure Intensity in the Agricultural Health Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **8**(12), 4608-4622.

Coffman CW, Stone JF, Slocum AC, Landers AJ, Schwab CV, Olsen LG, Lee S (2009) Use of engineering controls and personal protective equipment by certified pesticide applicators. *J Agric Saf Health* **15**(4), 311-26.

Cordier S, Iglesias MJ, Le Goaster C, Guyot MM, Mandereau L, Hemon D (1994) Incidence and risk factors for childhood brain tumors in the Ile de France. *International journal of cancer* **59**(6), 776-782.

CPP (2002) Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires. 47p.

Daures JP, Momas I, Bernon J, Gremy F (1993) A vine-growing exposure matrix in the Hérault area of France. *International journal of epidemiology* **22**(Suppl 2), S36-41.

De Almeida RA, Veiga MM, De Castro Moura Duarte FJ, Meirelles LA, Veiga LB (2012) Thermal comfort and personal protective equipment (PPE). *Work* **41 Suppl 1**, 4979-82.

- Décosse F (2008) La santé des travailleurs agricoles migrants : un objet politique ? *Etudes rurales* **182**(2), 103-120.
- Décosse F (2011) Pesticides : entre « usage contrôlé » et externalisation des atteintes. In 'Migrations sous contrôle. Agriculture intensive et saisonniers marocains sous contrat « OMI ».' pp. 387-440. (Thèse pour le doctorat en sociologie de l'EHESS)
- Décosse F (2013) Entre « usage contrôlé », invisibilisation et externalisation. Le précarier étranger face au risque chimique en agriculture intensive. *Sociologie du Travail* **55**(3), 322-340.
- Dedieu F, Jouzel J-N (2015) Des difficultés de l'enquête médicale en milieu de travail contaminé. *Ethnologie française* **45**(1), 67-75.
- DellaValle CT, Hoppin JA, Hines CJ, Andreotti G, Alavanja MC (2012) Risk-accepting personality and personal protective equipment use within the Agricultural Health Study. *J Agromedicine* **17**(3), 264-76.
- DGER (2011) Panorama de l'enseignement agricole, Edition 2011.
- DGT (2012) Analyse des déclarations de détachement des entreprises prestataires de service en France en 2011. Ministère du travail, de l'emploi, de la formation professionnelle et du dialogue social, 65p.
- Donham KJ, Rautiainen RH, Lange JL, Schneiders S (2007) Injury and illness costs in the Certified Safe Farm study. *J Rural Health* **23**(4), 348-55.
- Dosemeci M, Alavanja MC *et al.* (2002) A quantitative approach for estimating exposure to pesticides in the Agricultural Health Study. *Ann Occup Hyg* **46**(2), 245-60.
- DRASSB, URCAMB (2003) Perceptions des risques sanitaires encourus par les utilisateurs de pesticides : rapport de l'enquête d'opinion réalisée auprès de trois catégories d'utilisateurs : agriculteurs, grand public, agents des collectivités territoriales. 175p.
- Dupupet JL, Adjemian A, Grillet JP, Garnier R (2010) Etude d'ergoexpologie aux fongicides dithiocarbamates auprès de professionnels de trois secteurs agricoles. *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement* **71**(4), 638-643.
- EChA (2012) Guidance on information requirements and chemical safety assessment - Chapter R.14: Occupational exposure estimation.
- Efsa (2008) Project to assess current approaches and knowledge with a view to develop a Guidance Document for pesticide exposure assessment for workers, operators, bystanders and residents. 542p.
- Efsa (2014a) Guidance on the assessment of exposure of operators, workers, residents and bystanders in risk assessment for plant protection products. *EFSA Journal* **12**(10), 55.
- Efsa (2014b) Outcome of the Public Consultation on the draft EFSA Guidance Document on the Assessment of Exposure for Operators, Workers, Residents and Bystanders in Risk Assessment for Plant Protection Products. EFSA supporting publication, 97p.
- Ehmke MD, Lusk JL, Tyner W (2008) Measuring the relative importance of preferences for country of origin in China, France, Niger, and the United States. *Agricultural economics* **38**(3), 277-285.
- Elbaz A, Clavel J, Rathouz PJ, Moisan F, Galanaud JP, Delemotte B, Alperovitch A, Tzourio C (2009) Professional exposure to pesticides and Parkinson disease. *Annals of neurology* **66**(4), 494-504.
- Elbaz A, Levecque C, Clavel J, Vidal JS, Richard F, Amouyel P, Alperovitch A, Chartier-Harlin MC, Tzourio C (2004) CYP2D6 polymorphism, pesticide exposure, and Parkinson's disease. *Annals of neurology* **55**(3), 430-434.
- Elbaz A, Levecque C *et al.* (2003) S18Y polymorphism in the UCH-L1 gene and Parkinson's disease: evidence for an age-dependent relationship. *Movement disorders* **18**(2), 130-137.
- Espanhol-Soares M, Nociti LA, Machado-Neto JG (2013) Procedures to evaluate the efficiency of protective clothing worn by operators applying pesticide. *Ann Occup Hyg* **57**(8), 1041-53.
- Eurostat (2010) L'Europe en chiffres - L'annuaire d'Eurostat 2010.

- Fabbro-Peray P (1997) Facteurs de risque des lymphomes malins : résultats d'une enquête cas-témoins de population en Languedoc-Roussillon.
- Fabbro-Peray P, Daurès JP, Rossi JF (2001) Environmental risk factors for non-Hodgkin's lymphoma: a population-based case-control study in Languedoc-Roussillon, France. *Cancer causes control* **12**(3), 201-212.
- FAO (2005) Agriculture et développement rural durables (ADRD) et bonnes pratiques agricoles (BPA). Comité de l'agriculture, Dix-neuvième session. Rome.
- Farquhar SA, Goff NM, Shadbeh N, Samples J, Ventura S, Sanchez V, Rao P, Davis S (2009) Occupational health and safety status of indigenous and Latino farmworkers in Oregon. *J Agric Saf Health* **15**(1), 89-102.
- Feola G, Binder CR (2010) Why don't pesticide applicators protect themselves? Exploring the use of personal protective equipment among Colombian smallholders. *Int J Occup Environ Health* **16**(1), 11-23.
- Fouilleux È, Goulet F (2012) Firmes et développement durable : le nouvel esprit du productivisme. *Etudes rurales* **190**(2), 131-146.
- Freidberg S (2001) On the trail of the global green bean: methodological considerations in multi-site ethnography. *Global networks* **1**(4), 353-368.
- FVO (2014) Report on the evaluation of National Action Plans required under Article 4 of Directive 128/2009/EC establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides? , 45p.
- Gallois J, Pottier D, Houssin M, Le Goff J, Andre V (2011) DNA adduct variations in non-smoking crop farmers: potential relationship with occupational exposure to pesticides? *Environmental toxicology and pharmacology* **32**(1), 1-9.
- Garrigou A (2014) The use of pesticides in French viticulture: a technology transfer gone wrong! In 'Occupational exposure to pesticides. Challenges for research, evaluation and prevention. ' (Anses: Maisons-Alfort, France)
- Garrigou A, Baldi I (2007) Note d'alerte. De l'inefficacité de combinaisons devant protéger du risque phytosanitaire aux failles organisationnelles de la prévention. In. ')
- Garrigou A, Baldi I, Dubuc P (2008) Apports de l'ergotoxicologie à l'évaluation de l'efficacité réelle des EPI devant protéger du risque phytosanitaire : de l'analyse de la contamination au processus collectif d'alerte. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* **10**(1).
- Garrigou A, Baldi I, Jackson M (2012) The use of pesticides in French viticulture: A badly controlled technology transfer. *Work* **41**(Suppl 1), 19-25.
- Garrigou A, Baldi I, Le Frious P, Anselm R, Vallier M (2011) Ergonomics contribution to chemical risks prevention: An ergotoxicological investigation of the effectiveness of coverall against plant pest risk in viticulture. *Applied ergonomics* **42**(2), 321-330.
- Gatignol C, Etienne J-C (2010) Pesticides et santé. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, 262p.
- Gely-Pernot A, Hao C, Becker E, Stuparevic I, Kervarrec C, Chalmel F, Primig M, Jegou B, Smagulova F (2015) The epigenetic processes of meiosis in male mice are broadly affected by the widely used herbicide atrazine. *BMC Genomics* **16**, 885.
- Gerritsen-Ebben MG, Brouwer DH, van Hemmen JJ (2007) Personal protective equipment for registration purposes of pesticides. *Commun Agric Appl Biol Sci* **72**(2), 87-93.
- Glaser B, Strauss A (1967) 'The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research.' (Aldine Publishing Co: Chicago)
- Goulet F (2008) L'innovation par retrait reconfiguration des collectifs sociotechniques et de la nature dans le développement de techniques culturales sans labour.
- Goumenou M, Machera K (2001) Determination of penconazole on personal protection equipment after field applications. *Fresenius J Anal Chem* **370**(7), 946-50.

- Grandin T (1997) The design and construction of facilities for handling cattle. *Livestock Production Science* **49**(2), 103-119.
- Graphagri (2014) Graphagri France 2014.
- Grillet JP, Adjemian A, Bernadac G, Bernon J, Brunner F, Garnier R (2004) Arsenic exposure in the wine growing industry in ten French departments. *International archives of occupational and environmental health* **77**(2), 130-135.
- Grimbuhler S, Denis A, Hugo E Protection des conducteurs de tracteurs vis-à-vis des aérosols de produits phytopharmaceutiques. In 'Colloque de restitution Observatoire des Résidus de Pesticides (ORP). Mieux connaître les usages de pesticides pour comprendre les expositions', 11-12 mars 2009, Paris,
- Grimbuhler S, Pelletier M, Danton G, Durand P (2014) Le point sur l'exposition aux produits phytosanitaires dans les entreprises de travaux agricoles. *Entrepreneurs des territoires magazine* **81**, 24-26.
- Großkopf C, Mielke H *et al.* (2013) A new model for the prediction of agricultural operator exposure during professional application of plant protection products in outdoor crops. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* **8**(3), 143-153.
- Guichard L (2012) Ecophyto R&D : son futur manquerait-il d'avenir ? *Agronomie, Environnement et sociétés* **2**(1), 125.
- Guida F, Papadopoulos A *et al.* (2011) Risk of lung cancer and occupational history: results of a French population-based case-control study, the ICARE study. *Journal of occupational and environmental medicine* **53**(9), 1068-1077.
- Guiguet M, Baumelou E, Mary JY (1995) A case-control study of aplastic anaemia: occupational exposures. The French Cooperative Group for Epidemiological Study of Aplastic Anaemia. *International journal of epidemiology* **24**(5), 993-999.
- Guldner L, Seurin S, Héraud F, Multigner L (2011) Exposition de la population antillaise au chlordécone. *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*(3-4-5), 25-28.
- Guy M (2008) Répertoire des services-conseils non liés en agriculture de la Montérégie-Est. Comité régional MAPAQ-UPA sur les services-conseils de la Montérégie-Est, 69p.
- Hamey P, Byron N, Hanley L, Leslie W, Morgan N, Steurbaut W, de Backer E, Vergucht S (2008) Project to assess current approaches and knowledge with a view to develop a Guidance Document for pesticide exposure assessment for workers, operators, bystanders and residents. Pesticides Safety Directorate (UK), Ghent University (BE), 543p.
- Hicks N, Zack M, Caldwell GG, McKinley TW (1985) Life-style factors among patients with melanoma. *South Med J* **78**(8), 903-8.
- Hill SB, MacRae RJ (1996) Conceptual Framework for the Transition from Conventional to Sustainable Agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture* **7**(1), 81-87.
- Hinz T, Zander F, Osteroth H-J (2012) Standardisation - one way for better protection of operators against pesticides. Part 2: Cabs on tractors and self propelled sprayers. *Landtechnik* **67**(1), 55-59.
- IARC (2014) Report of the Advisory Group to Recommend Priorities for *IARC Monographs* during 2015-2019. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, Lyon, France.
- INSERM (2013) Pesticides. Effets sur la santé. Inserm, Collection expertise collective, Paris.
- IPCS (2004) IPCS Risk Assessment Terminology.
- Jacquet F, Butault J-P, Guichard L (2011) An economic analysis of the possibility of reducing pesticides in French field crops. *Ecological economics* **70**(9), 1638-1648.
- Jas N (2007) Public health and pesticide regulation in France before and after Silent Spring. *History and technology* **23**(4), 369-388.
- Jas N (2008) Pesticides et santé des travailleurs agricoles en France au cours des années 1950-1960 en France. In 'Sciences, chercheurs et agriculture : pour une histoire de la recherche agronomique.' (Eds C Bonneuil, G Denis and J-L Mayaud). (L'Harmattan: Paris)

- Jas N (2010) Pesticides et santé des travailleurs agricoles en France: questions anciennes, nouveaux enjeux. *Courrier de l'environnement de l'INRA*(59), 47-59.
- Jouzel J-N, Dedieu F (2013) Rendre visible et laisser dans l'ombre. Savoir et ignorance dans les politiques de santé au travail. *Revue française de science politique* **63**(1), 21-40.
- Jouzel J-N, Prete G (2013) De l'intoxication à l'indignation. Le long parcours d'une victime des pesticides. *Terrains et travaux* **22**(1), 59-76.
- Jouzel J-N, Prete G (2014) Devenir victime des pesticides. Le recours au droit et ses effets sur la mobilisation des agriculteurs Phyto-victimes. *Sociologie du Travail* **56**(4), 435-453.
- Karolia A, Joshi G (2003) Starch as a renewable finish for pesticide protective clothing. *Asian Textile Journal* **12**(11-12), 56-60.
- Keifer MC (2000) Effectiveness of interventions in reducing pesticide overexposure and poisonings. *Am J Prev Med* **18**(4 Suppl), 80-9.
- Kristensen P, Andersen A, Irgens LM, Bye AS, Sundheim L (1996) Cancer in offspring of parents engaged in agricultural activities in Norway: incidence and risk factors in the farm environment. *Int J Cancer* **65**(1), 39-50.
- Kuhfuss L, Jacquet F, Preget R, Thoyer S (2012) Le dispositif des MAEt pour l'enjeu eau : une fausse bonne idée ? *Revue d'Etudes en Agriculture et Environnement* **93**(04), 395-422.
- Labarthe P (2014) AKIS and advisory services in France. Report for the AKIS inventory (WP3) of the PRO AKIS project. Inra, 43p.
- Labarthe P, Caggiano M, Laurent C, Faure G, Cerf M (2013) Concepts and theories available to describe the functioning and dynamics of agricultural advisory services. ProAkis, 32p.
- Lacroix D, Richardson J, Grimbuhler S Concevoir des pulvérisateurs pour réduire l'exposition aux pesticides chez les agriculteurs : intervention dans le vignoble. In '48ème congrès de la SELF', 2013, Paris,
- Lambert M (2010) Evaluation de l'impact des dispositifs techniques dans l'exposition des opérateurs dans les serres. Université Paris Sud XI,
- Lambert M, Grimbuhler S Le travail durable en milieu agricole : des marges de manœuvre limitées dans les exploitations. In '42ème congrès du Groupement français des pesticides (GFP)', 30 mai-1er juin 2012, Poitiers,
- Lambert M, Grimbuhler S Influence de l'intensité de l'activité sur l'exposition aux produits phytopharmaceutiques chez les viticulteurs. In '43ème congrès du Groupement français des pesticides (GFP)', 29-31 mai 2013, Albi,
- Lambert M, Richardson J, Grimbuhler S Relation entre l'exposition aux produits phytosanitaires et les objectifs des opérateurs : cas des serristes français. In '47ème congrès international de la Société d'ergonomie de langue française (SELF)', 14-16 septembre 2011, Paris,
- Lambert M, Richardson J, Grimbuhler S Ergonomics analysis of pesticide spraying in vineyards. In 'International Conference on Agricultural Engineering (AgEng)', 8-12 July 2012a, Valence, Espagne,
- Lambert M, Richardson J, Grimbuhler S (2012b) Pesticide exposure and sprayer's task goals: Comparison between vineyards and greenhouses. *Work* **41**(Suppl 1), 4995-5002.
- Landel P (2015) Participation et verrouillage technologique dans la transition écologique en agriculture. Le cas de l'Agriculture de Conservation en France et au Brésil. AgroParisTech,
- Lander F, Hinke K (1992) Indoor application of anti-cholinesterase agents and the influence of personal protection on uptake. *Arch Environ Contam Toxicol* **22**(2), 163-6.
- Laurent C (2013) Chapter 7 The Ambiguities of French Mediterranean Agriculture: Images of the Multifunctional Agriculture to Mask Social Dumping? In 'Agriculture in Mediterranean Europe: Between Old and New Paradigms.' pp. 149-171)
- Laurent C, Andrieu T, Mora Sanchez A Effectiveness of Advisory Services Interventions Aiming at Protecting Farm Labour from Pesticides Exposure in the EU : a review. In 'The 11th European

IFSA Symposium: "Farming systems facing global challenges: Capacities and strategies", 1-4 April 2014 2014a, Berlin, Germany,

Laurent C, Baldi I *et al.* (2014b) Occupational exposure to pesticides in agriculture. An on-going expertise at Anses. In 'Occupational exposure to pesticides - Challenges for research, evaluation and prevention. '

Laurent C, Berriet-Sollic M, Labarthe P, Trouvé A (2012) Evidence-based policy : de la médecine aux politiques agricoles ? Les enjeux d'une approche méconnue en France. *Notes et études socio-économiques* **36**, 23.

Laurent C, Mouriaux M-F (2008) Secteurs, territoires, rapport social d'activités. In 'Secteurs et territoires dans les régulations émergentes.' pp. 21-42. (L'Harmattan)

Laurent C, Rémy J (1998) Agricultural holdings: hindsight and foresight. *Etud. Rech. Syst. Agraires Dév.* **31**, 415-430.

Laurent C, Rueda C, Vounouki E (2002) Multifonctionnalité et éligibilité aux aides pac dans l'UE. *Économie rurale*, 144-158.

Le Goff J, Andre V, Lebailly P, Pottier D, Perin F, Perin O, Gauduchon P (2005) Seasonal variations of DNA-adduct patterns in open field farmers handling pesticides. *Mutation research* **587**(1-2), 90-102.

Lebailly P, Bouchart V, Baldi I, Lecluse Y, Heutte N, Gislard A, Malas JP (2009) Exposure to pesticides in open-field farming in France. *Annals of occupational hygiene* **53**(1), 69-81.

Lebailly P, Devaux A *et al.* (2003) Urine mutagenicity and lymphocyte DNA damage in fruit growers occupationally exposed to the fungicide captan. *Occupational and environmental medicine* **60**(12), 910-917.

Lebailly P, Vigreux C, Lechevrel C, Ledemeney D, Godard T, Sichel F, LeTalaer JY, Henry-Amar M, Gauduchon P (1998a) DNA damage in mononuclear leukocytes of farmers measured using the alkaline comet assay: discussion of critical parameters and evaluation of seasonal variations in relation to pesticide exposure. *Cancer epidemiology, biomarkers and prevention* **7**(10), 917-927.

Lebailly P, Vigreux C, Lechevrel C, Ledemeney D, Godard T, Sichel F, LeTalaer JY, Henry-Amar M, Gauduchon P (1998b) DNA damage in mononuclear leukocytes of farmers measured using the alkaline comet assay: modifications of DNA damage levels after a one-day field spraying period with selected pesticides. *Cancer epidemiology, biomarkers and prevention* **7**(10), 929-940.

Leme TS, Papini S, Vieira E, Luchini LC (2014) Avaliação da vestimenta utilizada como equipamento de proteção individual pelos aplicadores de malationa no controle da dengue em São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública* **30**, 567-576.

Lepetit R (1997) Study of worker exposure during the application of insecticide products in orchards. Rhône-Poulenc Agrochimie.

Levidow L, Marris C (2001) Science and Governance in Europe: lessons from the case of agricultural biotechnology. *Science and Public Policy* **28**(5), 345-360.

Lichtenberg E, Spear RC, Zilberman D (1993) The Economics of Reentry Regulation of Pesticides. *American Journal of Agricultural Economics* **75**(4), 946-958.

MAAF (2014) Note de suivi 2014. Tendances du recours aux produits phytosanitaires de 2008 à 2013.

Macfarlane E, Carey R, Keegel T, El-Zaemay S, Fritschi L (2013) Dermal exposure associated with occupational end use of pesticides and the role of protective measures. *Saf Health Work* **4**(3), 136-41.

Macfarlane E, Chapman A, Benke G, Meaklim J, Sim M, McNeil J (2008) Training and other predictors of personal protective equipment use in Australian grain farmers using pesticides. *Occup Environ Med* **65**(2), 141-6.

- Machera K, Tsakirakis A, Charistou A, Anastasiadou P, Glass CR (2009) Dermal exposure of pesticide applicators as a measure of overall performance under field conditions. *Ann Occup Hyg* **53**(6), 573-84.
- Majone G (1997) From the Positive to the Regulatory State: Causes and Consequences of Changes in the Mode of Governance. *Journal of Public Policy* **17**(2), 139-167.
- Marre J, Grimbuhler S Coherence between models for evaluating operator exposure and agricultural context of metropolitan France in 2009. In 'International Conference on Agricultural Engineering (AgEng)', 6 September 2010, Clermont-Ferrand, France,
- Matthews GA (2008) Attitudes and behaviours regarding use of crop protection products—A survey of more than 8500 smallholders in 26 countries. *Crop Protection* **27**(3–5), 834-846.
- Mesini B (2008) Flexi-insécurité dans un secteur en tension : processus de segmentation statutaire et éthique du marché des saisonniers étrangers dans l'agriculture. *Asylon(s)* **4**.
- Mestres R, Francois C, Causse C, Vian L, Winnett G (1985) Survey of exposure to pesticides in greenhouses. *Bulletin of environmental contamination and toxicology* **35**(6), 750-756.
- Michalon B, Potot S (2008) Quand la France recrute directement en Pologne. *Etudes rurales* **2**(182), 16.
- Migeot V, Albouy-Llaty M, Carles C, Limousi F, Strezlec S, Dupuis A, Rabouan S (2013) Drinking-water exposure to a mixture of nitrate and low-dose atrazine metabolites and small-for-gestational age (SGA) babies: a historic cohort study. *Environmental research* **122**, 58-64.
- Moget C (2010) Etude de la gestion du risque phytosanitaire en arboriculture. CNAM, Paris
- Mohammed-Brahim B (1996) Du point de vue du travail ou comment sulfater la vigne autrement : Approche ergo-toxicologique du traitement phytosanitaire en viticulture.
- Mohammed-Brahim B, Garrigou A (2009) Une approche critique du modèle dominant de prévention du risque chimique. L'apport de l'ergotoxicologie. *Activités* **6**(1), 49-67.
- Moisan F, Spinosi J, Dupupet JL, Delabre L, Mazurie JL, Goldberg M, Imbernon E, Tzourio C, Elbaz A (2011) The relation between type of farming and prevalence of Parkinson's disease among agricultural workers in five French districts. *Movement disorders* **26**(2), 271-279.
- Momas I, Caillard J-F, Lesaffre B (2004) Rapport de la Commission d'orientation du Plan national santé-environnement. 252p.
- Moody RP, Nadeau B (1994) Nitrile butyl rubber glove permeation of pesticide formulations containing 2,4-D-amine, DDT, DEET, and Diazinon. *Bull Environ Contam Toxicol* **52**(1), 125-30.
- Moore CA, Wilkinson SC, Blain PG, Dunn M, Aust GA, Williams FM (2014) Use of a human skin in vitro model to investigate the influence of 'every-day' clothing and skin surface decontamination on the percutaneous penetration of organophosphates. *Toxicol Lett* **229**(1), 257-64.
- Mouriaux M-F (2006) Du fait au droit, diverses figures du temps partagé. Centre d'études de l'emploi, 26p.
- MSA (2013) Les chiffres utiles de la MSA. Edition 2013. 38p.
- Multigner L, Kadhel P, Huc-Terki F, Thome JP, Janky E, Auger J (2006) Exposure to Chlordecone and Male Fertility in Guadeloupe (French West Indies). *Epidemiology* **17**(6), S372.
- Multigner L, Kadhel P, Pascal M, Huc-Terki F, Kercret H, Massart C, Janky E, Auger J, Jegou B (2008) Parallel assessment of male reproductive function in workers and wild rats exposed to pesticides in banana plantations in Guadeloupe. *Environ Health* **7**, 40.
- Multigner L, Ndong JR, Giusti A, Romana M, Delacroix-Maillard H, Cordier S, Jegou B, Thome JP, Blanchet P (2010) Chlordecone exposure and risk of prostate cancer. *Journal of clinical oncology* **28**(21), 3457-3462.
- Murphy-Greene C, Leip LA (2002) Assessing the Effectiveness of Executive Order 12898: Environmental Justice for All? *Public Administration Review* **62**(6), 679-687.

- Nguyen G, Del Corso J-P, Kephaliacos C, Tavernier H (2013) Pratiques agricoles pour la réduction des produits phytosanitaires. Le rôle de l'apprentissage collectif. *Economie rurale*(333), 105-121.
- Nicol AM, Kennedy SM (2008) Assessment of pesticide exposure control practices among men and women on fruit-growing farms in British Columbia. *J Occup Environ Hyg* **5**(4), 217-26.
- Nicourt C, Girault J-M (2009) Le coût humain des pesticides : comment les viticulteurs et les techniciens viticoles français font face au risque. *Vertigo* **9**(3).
- Nicourt C, Girault J-M (2011) La normalisation du travail viticole à l'épreuve de la réduction de l'usage des pesticides. *Economie rurale*(321), 29-41.
- Nicourt C, Girault J-M (2013) Viticulteurs et techniciens viticoles face à leur exposition aux pesticides. *Economie rurale* **333**(1), 11-25.
- Nisse C, Haguenoer JM, Grandbastien B, Preudhomme C, Fontaine B, Brillet JM, Lejeune R, Fenaux P (2001) Occupational and environmental risk factors of the myelodysplastic syndromes in the North of France. *British journal of haematology* **112**(4), 927-935.
- NRC (1983) 'Risk assessment in the Federal Government: Managing the Process.'
- Ntzani E, Chondrogiorgi M, Ntritsos G, Evangelou E, Tzoulaki I (2013) Literature review on epidemiological studies linking exposure to pesticides and health effects. EFSA supporting publication 2013, 159p.
- Orsi L, Delabre L *et al.* (2009) Occupational exposure to pesticides and lymphoid neoplasms among men: results of a French case-control study. *Occupational and environmental medicine* **66**(5), 291-298.
- Orsi L, Troussard X *et al.* (2007) Occupation and lymphoid malignancies: results from a French case-control study. *Journal of occupational and environmental medicine* **49**(12), 1339-1350.
- Park EK, Hannaford-Turner K, Lee HJ (2009) Use of personal protective equipment in agricultural workers under hot and humid conditions. *Ind Health* **47**(2), 200-1.
- Perry MJ, Layde PM (2003) Farm pesticides: outcomes of a randomized controlled intervention to reduce risks. *Am J Prev Med* **24**(4), 310-5.
- Perry MJ, Marbella A, Layde PM (2002) Compliance with required pesticide-specific protective equipment use. *Am J Ind Med* **41**(1), 70-3.
- Petit C, Chevrier C, Durand G, Monfort C, Rouget F, Garlantezec R, Cordier S (2010) Impact on fetal growth of prenatal exposure to pesticides due to agricultural activities: a prospective cohort study in Brittany, France. *Environmental health*(9), 71.
- Pickett W, King WD, Lees REM, Bienefeld M, Morrison HI, Brison RJ (1998) Suicide mortality and pesticide use among Canadian farmers. *American Journal of Industrial Medicine* **34**(4), 364-372.
- Potier D (2014) Pesticides et agro-écologie. Les champs du possible. 252p.
- Preux PM, Condet A, Anglade C, Druet-Cabanac M, Debrock C, Macharia W, Couratier P, Boutros-Toni F, Dumas M (2000) Parkinson's disease and environmental factors. Matched case-control study in the Limousin region, France. *Neuroepidemiology* **19**(6), 333-337.
- Protano C, Guidotti M, Vitali M (2009) Performance of different work clothing types for reducing skin exposure to pesticides during open field treatment. *Bull Environ Contam Toxicol* **83**(1), 115-9.
- Provost D, Cantagrel A, Lebailly P, Jaffre A, Loyant V, Loiseau H, Vital A, Brochard P, Baldi I (2007) Brain tumours and exposure to pesticides: a case-control study in southwestern France. *Occupational and environmental medicine* **64**(8), 509-514.
- Quandt S, Arcury T, Austin C, Saavedra R (1998) Farmworker and Farmer Perceptions of Farmworker Agricultural Chemical Exposure in North Carolina. *Human Organization* **57**(3), 359-368.
- Quandt SA, Grzywacz JG, Talton JW, Trejo G, Tapia J, D'Agostino RB, Jr., Mirabelli MC, Arcury TA (2013) Evaluating the effectiveness of a lay health promoter-led, community-based participatory pesticide safety intervention with farmworker families. *Health Promot Pract* **14**(3), 425-32.

- Rabardel P, Pastré P (2005) 'Modèles du sujet pour la conception - Dialectiques activités développement.' (Octarès: Toulouse, France)
- Rautiainen RH, Grafft LJ, Kline AK, Madsen MD, Lange JL, Donham KJ (2010) Certified safe farm: identifying and removing hazards on the farm. *J Agric Saf Health* **16**(2), 75-86.
- Rémy J (1987) La crise de professionnalisation en agriculture : les enjeux de la lutte pour le contrôle du titre d'agriculteur. *Sociologie du Travail* **29**(4), 415-441.
- RICA (2012) Rica France - Tableaux standard 2012. Agreste Chiffres et Données Agriculture.
- Richardson S, Zittoun R, Bastuji-Garin S, Lasserre V, Guihenneuc C, Cadiou M, Viguie F, Laffont-Faust I (1992) Occupational risk factors for acute leukaemia: a case-control study. *International journal of epidemiology* **21**(6), 1063-1073.
- Roulland S, Lebailly P, Lecluse Y, Briand M, Pottier D, Gauduchon P (2004) Characterization of the t(14;18) BCL2-IGH translocation in farmers occupationally exposed to pesticides. *Cancer research* **64**(6), 2264-2269.
- Rutz R, Krieger RI (1992) Exposure to pesticide mixer/loaders and applicators in California. *Rev Environ Contam Toxicol* **129**, 121-39.
- Salaris C (2014) Agriculteurs victimes des pesticides : une nouvelle mobilisation collective en santé au travail. *La nouvelle revue du travail [En ligne]* **4**.
- Samuel O, Dion S, Saint-Laurent L, April M (2007) Indicateur de risque des pesticides du Québec (IRPeQ) : Santé et environnement. Québec : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation/ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs/Institut national de santé publique du Québec, 41p.
- Samuel O, Dion S, Saint-Laurent L, April M (2012) Indicateur de risque des pesticides du Québec (IRPeQ) : Santé et environnement. 2ième édition. Québec : ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation/ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs/Institut national de santé publique du Québec, 36p.
- Samuel O, Saint-Laurent L (2001) 'Guide de prévention pour les utilisateurs de pesticides en agriculture maraîchère.' (Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail du Québec: Montréal) 89
- Sari-Minodier I, Sotty P, Coulibaly K, Decosse L, Botta A (2008) L'expologie ou la nécessité d'articuler les données relatives aux dangers, à l'homme et à son activité. *Santé publique* **20**(Supplément n° 3), S77.
- Schmidt A, Guichard L, Reau R (2010) Le colza est très dépendant des pesticides dans les rotations courtes sans labour. *Agreste Synthèse* **121**, 7.
- Scopel E, Triomphe B *et al.* (2013) Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development* **33**(1), 113-130.
- Shaw A (2010) Global Perspective on Protective Clothing for Pesticide Operators. *Outlooks on Pest Management* **21**(6), 257-260.
- Shaw A (2012) Protective clothing for pesticide operators : The past, present, and proposed plans. *ASTM Special Technical Publication*(1544), 280-289.
- Shaw A, Cohen E, Hinz T, Herzig B (2001) Laboratory test methods to measure repellency, retention, and penetration of liquid pesticides through protective clothing. Part I: Comparison of three test methods. *Textile Research Journal* **71**(10), 879-884.
- Shaw A, Cohen E, Wicke H (2000) Personal protective equipment for agricultural workers. *Industrial Fabric Products Review* **77**(2), 48-54.
- Snipes SA, Thompson B, O'Connor K, Shell-Duncan B, King D, Herrera AP, Navarro B (2009) "Pesticides Protect the Fruit, but Not the People": Using Community-Based Ethnography to Understand Farmworker Pesticide-Exposure Risks. *American journal of public health* **99**(Suppl 3), S616-S621.

- Spaan S, Gerritsen R, Goede H (2011) Review of existing models and data for Operator exposure. BROWSE.
- Spanoghe P, Ngoc KD (2011) Overview of currently used and emerging worker exposure models and data. BROWSE.
- Spinosi J, Févotte F (2008) Le programme Matphyto. Matrices cultures-expositions aux produits phytosanitaires. Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, 16p.
- Spinosi J, Févotte F (2009) Le programme Matphyto. Matrices cultures-expositions aux produits phytosanitaires. Exemple de matrices cultures-expositions aux pesticides arsenicaux. Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, 6p.
- SSP (2012) Recensement agricole et méthodes de production agricole 2010 - Rapport méthodologique national. Ministère de l'agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt, 302p.
- Staiff DC, Davis JE, Stevens ER (1982) Evaluation of various clothing materials for protection and worker acceptability during application of pesticides. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* **11**(4), 391-398.
- Stone D, Harper BJ, Lynch I, Dawson K, Harper SL (2010) Exposure assessment: recommendations for nanotechnology-based pesticides. *Int J Occup Environ Health* **16**(4), 467-74.
- Stone J, Padgitt S, Wintersteen W, Shelley M, Chisholm S (1994) Iowa greenhouse applicators' perceptions and use of personal protective equipment. *Journal of Environmental Health* **57**(3), 16-22.
- Suri M, Rastogi D, Khanna K (2001) Development of protective clothing for pesticide industry. Part I: Assessment of various finishes. *Indian Journal of Fibre & Textile Research* **2001**(27).
- Sznelwar LI (1992) Analyse ergonomique de l'exposition de travailleurs agricoles aux pesticides : essai ergotoxicologique.
- Tácio MB, Oliveira MLd, Machado Neto JG (2008) Eficiência de vestimentas hidrorrepelentes novas na proteção do tratorista em pulverizações de agrotóxicos em goiaba com o turbopulverizador. *Revista Brasileira de Fruticultura* **30**, 106-111.
- Tácio MB, Oliveira MLd, Machado Neto JG (2010) Segurança no trabalho de preparo de calda no tanque de 2.000l do turbopulverizador com formulações líquidas de agrotóxicos registradas para a cultura de goiaba. *Revista Brasileira de Fruticultura* **32**, 726-735.
- Testud F, Gingomard MA, De Larquier A, Abdelmalek Y, Thibaudier JM (2000) Intoxications aiguës par le Lannate en milieu agricole : Analyse de 28 cas, revue de la littérature et propositions de prévention. *Archives des maladies professionnelles et de médecine du travail* **61**(3), 170-176.
- Thibaudier JM, Fortune A, Monteyremard S (2011) Evaluation de l'exposition des travailleurs de la nuciculture lors du traitement des noyers par le sulfate de cuivre. *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement* **72**(3), 285-289.
- Thibaudier JM, Freulet JM (2010) Mesure de l'exposition par voie aérienne lors de l'épandage d'un insecticide organophosphoré en agriculture. *Archives des maladies professionnelles et de l'environnement* **71**(2), 167-170.
- Thompson B, Coronado GD, Vigoren EM, Griffith WC, Fenske RA, Kissel JC, Shirai JH, Faustman EM (2008) Para niños saludables: a community intervention trial to reduce organophosphate pesticide exposure in children of farmworkers. *Environ Health Perspect* **116**(5), 687-94.
- Thonneau P (2012) Etude pilote : « Effet des pesticides sur les caractéristiques spermatiques des arboriculteurs en Midi-Pyrénées ».
- Thonneau P, Larsen SB, Abell A, Clavert A, Bonde JP, Ducot B, Multigner L (1999) Time to pregnancy and paternal exposure to pesticides in preliminary results from Danish and French studies. Asclepios. *Scandinavian journal of work, environment and health* **25**(Suppl 1), 62-63; discussion 76-78.

- Tiramani M, Colosio C, Colombi A (2007) La stima dell'impatto dei dispositivi di protezione nella riduzione del rischio in ambito di regolamentazione dei prodotti fitosanitari: dalla teoria alla pratica. *G Ital Med Lav Ergon* **29**(3 Suppl), 376-9.
- Traigneau O (2009) Etude ergonomique du risque phytosanitaire rencontré en arboriculture. Université Paris Sud XI,
- Tsakirakis A, Machera K (2007) Determination of fenthion and oxidation products in personal protection equipment by gas chromatography. *J Chromatogr A* **1171**(1-2), 98-103.
- Tsakirakis AN, Kasiotis KM, Charistou AN, Arapaki N, Tsatsakis A, Tsakalof A, Machera K (2014) Dermal & inhalation exposure of operators during fungicide application in vineyards. Evaluation of overall performance. *Sci Total Environ* **470-471**, 282-9.
- Tual S, Clin B, Leveque-Morlais N, Raheison C, Baldi I, Lebailly P (2013) Agricultural exposures and chronic bronchitis: findings from the AGRICAN (AGRICulture and CANcer) cohort. *Ann Epidemiol* **23**(9), 539-45.
- Urtizbera M (2002) Post-application worker exposure study and determination of Transfer Coefficient during harvesting of peaches treated by Rovral Aqua Flo®. Aventis CropScience.
- Van der Jagt K, Tielemans E, Links I, Brouwer D, van Hemmen J (2004) Effectiveness of personal protective equipment: relevance of dermal and inhalation exposure to chlorpyrifos among pest control operators. *J Occup Environ Hyg* **1**(6), 355-62.
- Vanloqueren G, Baret PV (2008) Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural 'lock-in' case study. *Ecological economics* **66**(2-3), 436-446.
- Veiga M, Duarte F, Meirelles L, Garrigou A, Baldi I (2007) A contaminação por agrotóxicos e os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) [Contamination by pesticides and Personal Protective Equipment (PPE)]. *Revista brasileira de saúde ocupacional* **32**(116), 57-68.
- Vidal JS, Vidailhet M, Derkinderen P, de Gaillarbois TD, Tzourio C, Alperovitch A (2009) Risk factors for progressive supranuclear palsy: a case-control study in France. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry* **80**(11), 1271-1274.
- Vidal JS, Vidailhet M, Elbaz A, Derkinderen P, Tzourio C, Alperovitch A (2008) Risk factors of multiple system atrophy: a case-control study in French patients. *Movement disorders* **23**(6), 797-803.
- Viel JF, Challier B (1995) Bladder cancer among French farmers: does exposure to pesticides in vineyards play a part? *Occupational and environmental medicine* **52**(9), 587-592.
- Viel JF, Challier B, Pitard A, Pobel D (1998) Brain cancer mortality among French farmers: the vineyard pesticide hypothesis. *Archives of environmental health* **53**(1), 65-70.
- Viel JF, Richardson ST (1991) Adult leukemia and farm practices: an alternative approach for assessing geographical pesticide exposure. *Social science and medicine* **32**(9), 1067-1073.
- Viel JF, Richardson ST (1993) Lymphoma, multiple myeloma and leukaemia among French farmers in relation to pesticide exposure. *Social science and medicine* **37**(6), 771-777.
- Villaume S (2011) L'emploi salarié dans le secteur agricole : le poids croissant des contrats saisonniers. *Insee Première* **1368**.
- Vitali M, Protano C, Del Monte A, Ensabella F, Guidotti M (2009) Operative modalities and exposure to pesticides during open field treatments among a group of agricultural subcontractors. *Arch Environ Contam Toxicol* **57**(1), 193-202.
- Weisskopf MG, Moisan F, Tzourio C, Rathouz PJ, Elbaz A (2013) Pesticide exposure and depression among agricultural workers in France. *American Journal of Epidemiology* **178**(7), 1051-1058.
- Wolfenbarger LL, Phifer PR (2000) The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants. *Science* **290**(5499), 2088-2093.

Zara-Meylan V (2013) Faire face aux imprévus sans être pris au dépourvu : le cas des chefs de culture dans les petites entreprises horticoles. *Sociologies pratiques* **26**(1), 41-56.

Zartarian V, Bahadori T, McKone T (2005) Adoption of an official ISEA glossary. *J Expo Anal Environ Epidemiol* **15**(1), 1-5.

9.2 Normes

NF X 50-110 (mai 2003) Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise. AFNOR (indice de classement X 50-110).

9.3 Législation et réglementation

Directive 67/548/CEE du Conseil du 27 juin 1967 concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses

Directive 89/391/CEE du Conseil du 12 juin 1989 concernant la mise en œuvre de mesures visant à promouvoir l'amélioration de la sécurité et de la santé des travailleurs au travail

Directive 89/686/CEE du Conseil du 21 décembre 1989 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux équipements de protection individuelle

Directive 91/414/CEE du conseil du 15 juillet 1991 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques

Loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques

Directive 96/71/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 1996 concernant le détachement de travailleurs effectué dans le cadre d'une prestation de services

Directive 97/57/CE du Conseil du 22 septembre 1997 établissant l'annexe VI de la directive 91/414/CEE concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques

Directive 98/8/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 février 1998 concernant la mise sur le marché des produits biocides

Directive 2001/82/CE du Parlement européen et du Conseil du 6 novembre 2001 instituant un code communautaire relatif aux médicaments vétérinaires

Directive 2001/83/CE du Parlement européen et du Conseil du 6 novembre 2001 instituant un code communautaire relatif aux médicaments à usage humain

Règlement (CE) n° 1782/2003 du Conseil du 29 septembre 2003 établissant des règles communes pour les régimes de soutien direct dans le cadre de la politique agricole commune et établissant certains régimes de soutien en faveur des agriculteurs et modifiant les règlements (CEE) n° 2019/93, (CE) n° 1452/2001, (CE) n° 1453/2001, (CE) n° 1454/2001, (CE) n° 1868/94, (CE) n° 1251/1999, (CE) n° 1254/1999, (CE) n° 1673/2000, (CEE) n° 2358/71 et (CE) n° 2529/2001

Règlement (CE) No 726/2004 du Parlement européen et du Conseil du 31 mars 2004 établissant des procédures communautaires pour l'autorisation et la surveillance en ce qui concerne les médicaments à usage humain et à usage vétérinaire, et instituant une Agence européenne des médicaments

Règlement (CE) n° 1698/2005 du Conseil du 20 septembre 2005 concernant le soutien au développement rural par le Fonds européen agricole pour le développement rural (Feader)

Directive 2006/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE (refonte)

Règlement (CE) N° 470/2009 du Parlement européen et du Conseil du 6 mai 2009 établissant des procédures communautaires pour la fixation des limites de résidus des substances pharmacologiquement actives dans les aliments d'origine animale, abrogeant le règlement (CEE) n° 2377/90 du Conseil et modifiant la directive 2001/82/CE du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n° 726/2004 du Parlement européen et du Conseil

Règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 concernant la mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques

Directive 2009/127/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 octobre 2009 modifiant la directive 2006/42/CE en ce qui concerne les machines destinées à l'application des pesticides

Directive 2009/128/CE du parlement européen et du conseil du 21 octobre 2009 instaurant un cadre d'action communautaire pour parvenir à une utilisation des pesticides compatible avec le développement durable

Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement

Règlement (UE) no 545/2011 de la Commission du 10 juin 2011 portant application du règlement (CE) no 1107/2009 du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences en matière de données applicables aux produits phytopharmaceutiques

Arrêté du 9 octobre 2013 relatif aux conditions d'exercice de l'activité d'utilisateur professionnel et de distributeur de certains types de produits biocides

Décret n° 2011-1325 du 18 octobre 2011 fixant les conditions de délivrance, de renouvellement, de suspension et de retrait des agréments des entreprises et des certificats individuels pour la mise en vente, la distribution à titre gratuit, l'application et le conseil à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques

Arrêté du 21 octobre 2011 portant création et fixant les modalités d'obtention du certificat individuel pour l'activité professionnelle « mise en vente, vente des produits phytopharmaceutiques »

Arrêté du 21 octobre 2011 portant création et fixant les modalités d'obtention du certificat individuel pour l'activité « utilisation à titre professionnel des produits phytopharmaceutiques » dans les catégories « décideur en travaux et services » et « opérateur en travaux et services »

Arrêté du 21 octobre 2011 portant création et fixant les modalités d'obtention du certificat individuel pour l'activité professionnelle « conseil à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques »

Arrêté du 21 octobre 2011 portant création et fixant les modalités d'obtention du certificat individuel pour l'activité « utilisation à titre professionnel des produits phytopharmaceutiques » dans les catégories « décideur en exploitation agricole » et « opérateur en exploitation agricole »

Décret n° 2012-665 du 4 mai 2012 révisant et complétant les tableaux des maladies professionnelles en agriculture annexés au livre VII du code rural et de la pêche maritime

Règlement (UE) no 528/2012 du Parlement européen et du Conseil du 22 mai 2012 concernant la mise à disposition sur le marché et l'utilisation des produits biocides

Règlement délégué (UE) n °1062/2014 de la Commission du 4 août 2014 relatif au programme de travail pour l'examen systématique de toutes les substances actives existantes contenues dans des produits biocides visé dans le règlement (UE) n ° 528/2012 du Parlement européen et du Conseil Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE

Décret n° 2015-636 du 5 juin 2015 révisant et complétant les tableaux de maladies professionnelles annexés au livre VII du code rural et de la pêche maritime



ANNEXES

Annexe 1 : Lettre d'autosaisine



AUTOSAISINE

Relative à l'exposition des travailleurs agricoles aux pesticides

L'Anses peut se saisir elle-même de toute question entrant dans son champ de compétence (article L. 1313-3 du code de la santé publique).
Le présent document décrit les questions posées et les principales modalités en lien dans le cadre d'une autosaisine.

Contexte de l'autosaisine

Depuis de nombreuses années, la France est le premier utilisateur européen de pesticides avec près de 80 000 tonnes de substances actives commercialisées chaque année pour l'agriculture. La Mutualité sociale agricole (MSA) dénombrait 1,2 million de travailleurs agricoles en 2009 et même si tous ne sont pas concernés, on estime à 1 million de personnes (les chefs d'exploitations, leur conjoint, les aides familiaux, les salariés des organismes de services et d'exploitation, etc.) le nombre de travailleurs agricoles exposés aux pesticides.

L'exposition aux pesticides est susceptible de provoquer des effets sur la santé. Une manière de distinguer les effets est de considérer distinctement les effets résultant d'une exposition aiguë, accidentelle ou non, des effets, généralement retardés, résultant d'une exposition répétée ou chronique. De nombreuses études épidémiologiques réalisées auprès de populations d'agriculteurs mettent en évidence une relation significative entre les expositions aux pesticides et certaines pathologies chroniques sans toutefois qu'un lien de causalité ne puisse être formellement établi entre ces dernières et une exposition à des molécules en particulier. Parmi les pathologies étudiées et suspectées d'être en lien avec l'exposition aux pesticides figurent notamment les maladies neurodégénératives (Alzheimer et syndrome parkinsonien), certains cancers (hémopathies malignes, cancer du cerveau...), et les troubles de la reproduction et du développement.

La notion de pesticides, doit être prise au sens large. Elle concerne des substances et produits encadrés par différentes réglementations et comprend à la fois des produits phytosanitaires (p. ex. un fongicide sur blé), des produits biocides (p. ex. un insecticide dans un bâtiment d'élevage) et des produits vétérinaires (p. ex. un médicament antiparasitaire pour des animaux d'élevage).

La population étudiée englobe tous les travailleurs agricoles exposés aux pesticides dans l'exercice de leur activité, que l'exposition soit directe comme lors d'un traitement, ou indirecte comme lors de la réentrée dans une zone traitée.

La problématique des pesticides, dans laquelle cette autosaisine s'inscrit, fait actuellement l'objet d'actions spécifiques dans le cadre des plans nationaux santé environnement 2009-2013, santé travail 2010-2014 et Ecophyto 2018.

Questions sur lesquelles portent les travaux d'expertise à mener

L'objectif de l'autosaisine est d'identifier, d'évaluer et de caractériser les expositions à risque des travailleurs agricoles aux pesticides afin de proposer des actions de réduction ciblées et proportionnées par des moyens de prévention. La survenue de certains effets sanitaires étant retardée, la reconstitution des expositions passées est à envisager. Pour atteindre cet objectif, l'autosaisine se structure autour de quatre questions :

- 1. Décrire la population des travailleurs agricoles potentiellement exposés aux pesticides selon les différents systèmes de production et les filières**
Selon les systèmes de production (p. ex. agriculture intensive, raisonnée, biologique) et les filières (p. ex. céréaliculture, maraichages, viticulture, aviculture), le recours aux pesticides et leurs usages sont très variables. Ces systèmes de production et ces filières s'inscrivent dans des logiques d'organisation de marché qui sont déterminées par des éléments techniques et économiques, qui vont du local à l'international. Il est donc important de commencer par les décrire en vue de comprendre comment ils influent sur les pratiques et les organisations du travail et, par voie de conséquence, sur les expositions aux pesticides. Des données comme le nombre de travailleurs exposés ou les quantités de pesticides utilisées seront ainsi recherchées. Ces déterminants des expositions peuvent être considérés comme des macro-déterminants, par opposition aux micro-déterminants cités à la question 2 sur les pratiques. La population des travailleurs agricoles peut être décrite selon cette typologie (systèmes de production, filière) mais d'autres typologies de description ont *a priori* un sens, notamment celle selon le statut professionnel (p. ex. chefs d'exploitation, saisonniers, travailleurs précaires, conjoints et enfants d'exploitant). Celles-ci pourront également être investiguées.
- 2. Identifier les situations professionnelles à l'origine des expositions aux pesticides**
Il s'agira de décrire les pratiques, les postes de travail et les organisations du travail des travailleurs agricoles, qu'on englobera sous le qualificatif de micro-déterminants des expositions aux pesticides, afin d'identifier les sources d'exposition, les substances associées, les voies d'exposition, les multi-expositions, etc. Une attention particulière sera accordée aux expositions lors de réentrée dans des zones traitées, du fait de premières données indiquant que ces situations peuvent être plus exposantes que la manipulation elle-même de pesticides.
- 3. Rassembler et analyser les connaissances disponibles en matière de niveaux d'exposition pour les situations identifiées précédemment**
La recherche portera sur les données météorologiques, dont les mesures biométaboliques, mais aussi les données qualitatives d'observations du domaine de l'ergonomie.
- 4. Mettre en perspective les niveaux d'exposition avec des données sanitaires**
Les données sanitaires humaines consécutives à une exposition à court et long termes (issues de l'épidémiologie, de la toxicologie et de la toxicovigilance,) seront exploitées de manière complémentaire afin d'identifier, hiérarchiser et cibler les situations d'exposition les plus à risque. Cette mise en perspective vise notamment à apporter des éléments sur la pertinence et la faisabilité de réaliser une évaluation des risques sanitaires pour certaines sous-populations ou certaines situations d'exposition particulières.

Autosaisine de l'Anses

« Travailleurs agricoles et pesticides »

Dans le cadre de ces travaux, l'Anses pourra se rapprocher d'autres organismes disposant d'une expertise dans ce domaine, notamment la MSA, l'Inra (Institut national de la recherche agronomique), le Cemagref, l'Anact (Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail), l'InVS (Institut de veille sanitaire), le Centre de sociologie des organisations (CSO) qui conduit actuellement une étude sur les risques professionnels liés aux substances phytosanitaires et aux nanoparticules dans le cadre de l'Appel à projets de recherche (APR), et surtout l'Inserm (Institut national de la santé et de la recherche médicale) qui mène une expertise sur les effets des pesticides sur la santé, dont la restitution est prévue fin 2011.

Organisation de l'expertise

L'instruction de l'expertise sera réalisée par un groupe de travail (GT) et suivie par le comité d'experts spécialisé (CES) « Evaluation des risques liés aux milieux aériens ».

Le CES « Produits phytosanitaires : substances et préparations chimiques » sera également associé aux travaux d'expertise.

Le calendrier prévisionnel de l'expertise est le suivant :

- Août-septembre 2011 : appel à candidatures pour la constitution du GT
- Fin 2011 : première réunion du GT
- Fin 2014 : restitution des travaux

Etant donnée la durée prévisionnelle de l'expertise (3 ans), des rapports intermédiaires, dont la nature reste à définir, sont prévus.

Le projet d'autosaisine a été présenté au conseil scientifique de l'Anses le 9 mai 2011. Ce dernier a rendu un avis favorable.

Date :

Le directeur général
Marc Mortureux

Annexe 2 : Trois réglementations relatives à l'autorisation de mise sur le marché des pesticides utilisés en agriculture : produits phytopharmaceutiques, biocides et médicaments vétérinaires – Prise en compte de la protection des utilisateurs professionnels

Introduction

Les réglementations relatives aux pesticides en agriculture ont pour objet de n'accorder une autorisation de mise sur le marché (AMM) qu'après l'obtention d'un ensemble d'informations sur l'efficacité des produits et leur innocuité pour les utilisateurs, les animaux traités, les consommateurs, l'environnement et les espèces animales non cibles. Elles doivent permettre d'assurer un niveau de protection élevé de l'homme, des animaux et de l'environnement en conformité avec les objectifs de la réglementation.

L'examen de ces informations, soumises par les demandeurs, conduit à l'attribution ou au refus de l'autorisation, ou à l'attribution d'une autorisation seulement pour certains usages. Les autorisations sont accompagnées d'informations et de recommandations sur les conditions d'utilisation telles que : classification, port d'équipements individuels de protection, respect de délais de traitement avant récolte, respect de temps d'attente pour l'abattage ou la consommation du lait, respect de zones non traitées au voisinage des points d'eau.

Les procédures d'évaluation des demandes d'autorisation sont harmonisées ou en cours d'harmonisation au niveau européen.

Les autorisations de mise sur le marché (AMM) des produits **phytopharmaceutiques** sont régies par le Règlement européen (CE) n° 1107/2009. L'évaluation des substances actives contenues dans les préparations est harmonisée, les substances utilisables dans les produits doivent être approuvées au niveau européen. Ensuite, l'AMM des préparations est délivrée par les Etats-membres, après une évaluation des dangers et des risques conduite, autrefois par l'Etat-membre concerné par la demande d'autorisation, et actuellement, par l'un des Etats-membres de la zone agricole considérée, la France étant en zone sud et l'Europe comportant 3 zones (nord, sud et centre).

En ce qui concerne les **biocides**, l'évaluation des substances actives entrant dans la composition de ces préparations ainsi que l'évaluation des préparations elles-mêmes en vue de leur commercialisation étaient encadrées par la directive communautaire 98/8/CE. Celle-ci a été remplacée par le Règlement (UE) n° 528/2012 entré en vigueur le 1^{er} septembre 2013.

Les biocides sont répartis dans **22 types de produits (TP)** différents. Ce document s'intéresse au **type 3** (produits destinés à l'hygiène vétérinaire), au **type 4** (produits destinés au traitement des surfaces en contact avec les denrées alimentaires et les aliments pour animaux), au **type 14** (produits rodenticides) et au **type 18** (produits insecticides, acaricides et destinés au contrôle des arthropodes), qui sont les principaux produits utilisés en élevage.

L'instruction des dossiers biocides, correspondant à l'évaluation des dangers toxicologiques et écotoxicologiques/environnement, de l'efficacité, de l'exposition et caractérisation du risque est réalisée sur un produit représentatif contenant la substance active et utilisé pour un usage particulier (couple substance active-type de produit). Cette évaluation est effectuée au niveau européen. Si le couple « substance-type de produit » est approuvé, il est inscrit, pour une période de 10 ans, sur la liste communautaire « positive ». Une liste européenne est ainsi en cours d'élaboration. Les AMM des produits sont ensuite évaluées au niveau national. Les anciennes autorisations sont progressivement révisées et de nouveaux produits biocides peuvent être mis sur le marché. Cependant, pour les produits qui nous intéressent (TP3, TP4, TP14 et TP18), la mise à jour n'a pas encore eu lieu car les substances actives sont encore dans le processus d'évaluation européen.

La directive 2001/82/CEE modifiée et le règlement 726/2004 sont les textes de référence pour la mise sur le marché des **médicaments vétérinaires** (4). L'évaluation de la sécurité du consommateur pour la fixation des limites maximales de résidus (LMR) est communautaire. Le

règlement 470/2009/CE est le texte de référence pour l'établissement de la LMR d'une substance à usage vétérinaire. Les AMM peuvent être sollicitées pour un ou plusieurs Etats-membres particuliers ou pour l'ensemble des Etats-membres de l'Union européenne. Dans ce dernier cas, et selon la procédure centralisée, la décision prise par la Commission, d'octroi ou de refus, vaut pour l'ensemble de l'Union européenne.

La suite de cette annexe s'intéresse aux dispositions mises en œuvre spécifiquement pour l'évaluation des expositions et la caractérisation des risques pour les utilisateurs professionnels réalisées dans le cadre de l'instruction des demandes d'AMM des pesticides.

Sécurité des utilisateurs

En ce qui concerne la sécurité pour les professionnels qui peuvent être exposés aux différentes étapes de l'utilisation du produit, la situation est la suivante.

1) Produits phytopharmaceutiques

Le dossier « Toxicologie et métabolisme » précise la toxicité aiguë par voie orale, cutanée et respiratoire, le pouvoir irritant pour la peau et les yeux, le pouvoir sensibilisant de la substance active et de la préparation pour laquelle l'AMM est sollicitée, ainsi que les propriétés mutagènes, la toxicité à court terme et à long terme, y compris la cancérogénèse et les effets sur la reproduction et le développement de la substance active.

Les substances actives et les préparations peuvent être classées dans une ou plusieurs des 9 catégories suivantes : très toxiques (T+), toxiques (T), nocives (Xn), irritantes (Xi), corrosives (C), sensibilisantes, cancérogènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction. A chaque catégorie correspond un pictogramme (tête de mort, croix de Saint-André, ...), des phrases de risque et des conseils de prudence. Par exemple les phrases de risque R38 (irritant pour la peau), R43 (peut entraîner une sensibilisation par contact avec la peau), R40 (effet cancérogène suspecté), R63 (risque possible pendant la grossesse d'effets néfastes pour l'enfant) entraînent, entre autres, les conseils de prudence S36 (porter un vêtement de protection approprié) et S37 (porter des gants appropriés). De nouvelles phrases de risque, harmonisées au niveau international s'appliqueront en juin 2015 et remplaceront les précédentes (règlement (CE) n°1272/2008).

Le dossier « Toxicologie et métabolisme » d'une substance active conduit également à la fixation de la DJA et de l'AOEL et si nécessaire de l'ARfD.

La DJA (dose journalière admissible) et l'ARfD (dose de référence aiguë) permettent l'évaluation de la sécurité pour le consommateur.

L'**AOEL** (*acceptable operator exposure level* ou niveau acceptable d'exposition pour l'opérateur) permet de faire une évaluation du risque pour les opérateurs, les personnes présentes potentiellement exposées et les travailleurs intervenant sur une culture après un traitement phytopharmaceutique et les résidents.

La réglementation sur les produits phytopharmaceutiques distingue deux types de professionnels : les **opérateurs** définis comme toute personne assurant le traitement phytopharmaceutique sur le terrain et les **travailleurs** définis comme toute personne intervenant sur une culture après un traitement phytopharmaceutique.

Les **niveaux d'exposition des opérateurs**, des personnes présentes ou des travailleurs sont estimés en se fondant sur des données d'exposition recueillies dans le cadre de la pratique d'utilisation sur différentes cultures. Les résultats des études effectuées à l'échelon national ou international ont été regroupés pour servir de base à l'élaboration et la validation de modèles qui estiment l'exposition tels que UK POEM, BBA, EUROPOEM II, SeedTropex, Zones non agricoles ... L'Efsa a publié en 2008 une analyse critique de ces modèles que l'on peut consulter dans le document cité en référence (Efsa, 2008) où l'on trouve les sites Web des différents modèles. Récemment, l'EFSA a publié un document-guide qui sera utilisé dans le futur pour estimer l'exposition (Efsa, 2014a). Il est à noter que pour certaines situations d'exposition, des données complémentaires devraient être générées afin d'améliorer la robustesse des estimations.

La plupart des modèles permettent de faire les **calculs d'exposition** avec ou sans équipements de protection. La protection attribuée à chaque équipement est une caractéristique du modèle. Si l'exposition avec équipements de protection est supérieure à l'AOEL, l'usage est refusé. Sinon, l'autorisation est proposée, avec les équipements de protection recommandés par le pétitionnaire et après examen de l'Anses. Les résultats de l'évaluation des risques figurent dans les avis de l'Anses.

Dans ces modèles, on considère que pour les **travailleurs**, l'exposition n'est pas directe, elle provient de « résidus délogeables » présents sur les végétaux traités, pour lesquels il existe des méthodes d'évaluation des risques spécifiques. L'usage n'est accepté que si l'exposition, évaluée immédiatement après le traitement ou après un délai quand des données spécifiques sont fournies, est inférieure à l'AOEL, avec éventuellement le port de vêtements de protection couvrant la totalité du corps (hors mains). Dans tous les cas, un délai de réentrée est imposé par la réglementation nationale. Il est de 6 heures pour les cultures en plein champ et de 8 heures pour les serres. Pour les préparations irritantes, le délai est porté à 24 heures, et à 48 heures pour celles qui sont allergisantes.

En France, jusqu'en 2014, c'était l'Anses qui instruisait les évaluations des demandes d'AMM déposées par les notifiants. Après avoir procédé à l'évaluation des risques conformément aux dispositions européennes, l'Anses donnait un avis favorable ou défavorable à l'utilisation de la préparation considérée pour tel ou tel usage. C'était le ministère chargé de l'agriculture qui délivrait les AMM des produits phytopharmaceutiques. La loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt votée le 11 septembre 2014 confie à l'Anses en supplément de la mission d'évaluation, celle de la délivrance des AMM.

Le port des gants et/ou des vêtements de protection peut résulter de la classification du produit ou de l'évaluation des risques pour l'opérateur et le travailleur. Les EPI sont recommandés par le pétitionnaire et examinés par l'Anses. Si des précautions particulières sont mentionnées dans la décision, elles doivent être reprises sur l'étiquette.

La seule mention sur l'étiquette et la FDS du produit « Porter des gants et des vêtements de protection appropriés » était insuffisante pour que l'agriculteur puisse faire son choix en toute connaissance. Pour une meilleure efficacité, l'étiquette et la FDS doivent mentionner avec précision la nature et le type de protection en fonction des tâches à accomplir, le port de ces équipements doit être compatible avec l'activité. Les travaux de l'Anses sur les EPI (Anses, 2014) ont permis d'avancer dans ce domaine. Par ailleurs l'obligation faite aux agriculteurs, dans le cadre du plan Ecophyto, de suivre la formation Certiphyto, devrait rendre leur choix plus éclairé.

2) Biocides

Un dossier contient les données permettant d'établir le profil toxicologique de la substance active avec la détermination des valeurs de référence ainsi que sa classification. Des informations d'exposition sont également soumises, permettant finalement l'évaluation du risque pour les populations exposées.

Les valeurs de référence sont des AEL (niveau acceptable d'exposition) pour les biocides. Plusieurs valeurs sont déterminées en fonction de la durée d'exposition attendue (aiguë, subchronique, chronique) des scénarios d'exposition.

Des doses de référence aiguë et chronique sont également déterminées, liées à l'ingestion des substances *via* l'alimentation, y compris l'eau de boisson (ARfD et DJA, respectivement).

Par ailleurs, une concentration acceptable d'exposition (AEC) peut être calculée. Elle est définie pour caractériser les effets locaux par voie respiratoire en général. Contrairement à l'AEL, c'est une valeur externe, c'est-à-dire ne prenant pas en compte la valeur d'absorption et donc spécifique d'une voie d'exposition.

L'évaluation du risque peut être appréhendée de deux manières, *via* une approche avec seuil (en considérant ces valeurs de référence citées ci-dessus) ou sans seuil. Les produits possédant un

danger sans seuil sont soumis à de fortes contraintes réglementaires (critère d'exclusion/de substitution). Dans cette approche, le risque est exprimé comme l'exposition correspondant à un pourcentage de l'AEL.

Enfin, une approche différente de l'approche AEL afin d'exprimer le risque est présentée dans les dossiers biocides. Une marge d'exposition de référence (MOE_{ref}) correspondant au produit des facteurs de sécurité est proposée. Cette MOE_{ref} est comparée à la MOE calculée par le ratio NOAEL sur exposition pour la caractérisation du risque.

Toutes ces valeurs de référence sont discutées et adoptées au niveau européen.

Pour les biocides, compte tenu du nombre et de la variété des usages, l'évaluation de l'exposition est complexe. Il est nécessaire de bien décrire les conditions d'emploi des produits et de distinguer ceux qui sont utilisés par des professionnels de ceux qui sont destinés au public. Le premier guide technique harmonisé pour l'évaluation de l'exposition aux produits biocides est paru en 2002, une première révision a été réalisée en 2008 et la troisième révision est en cours par l'ECHA. Ce guide comporte des informations sur les usages ainsi que des modèles et paramètres pour conduire les évaluations. Il est complété par l'outil *Bayesian Exposure Assessment Toolkit* qui comprend une base de données Access sur les expositions des travailleurs et repose aussi sur le logiciel ConsExpo pour l'exposition de la population générale. Entre les mises à jour de ce guide, un groupe d'expert des Etats-membres rattaché au comité européen d'évaluation des risques pour l'Homme émet des avis sur les choix des modèles et paramètres pour les évaluations. Ces avis sont disponibles sur le site internet de l'EChA.

La plupart des biocides de type 3 et 4 sont considérés comme utilisés par des professionnels du monde agricole. Leur rapport d'évaluation, en ce qui concerne l'exposition des utilisateurs, devra être soumis avant le 31 décembre 2016. Celui qui concerne les insecticides et les acaricides (TP18) devra être déposé avant le 31 décembre 2015. La caractérisation quantitative des risques est réalisée dans un premier temps en supposant qu'aucun équipement de protection individuelle (EPI) pour les voies cutanée et respiratoire n'est utilisé. Les facteurs d'évaluation prenant en compte les effets protecteurs des EPI peuvent être utilisés pour affiner les caractérisations des risques pour des paramètres appropriés si aucune autre mesure de gestion des risques n'est capable de réduire les risques à un niveau acceptable. Si la nécessité de porter des équipements de protection individuelle est le seul moyen de réduire les risques provenant d'un produit à un niveau acceptable, celui-ci ne pourra obtenir d'autorisation pour une utilisation par le grand public.

Conformément à l'article 89 du règlement biocide 528/2012, chaque État membre peut continuer à appliquer son système ou ses pratiques en vigueur pour la mise sur le marché des produits biocides sur son territoire en attendant qu'un règlement d'exécution portant approbation des substances actives soit prononcé au niveau européen. Durant cette période, la plupart des produits biocides ne nécessitent pas d'autorisation préalable à la mise sur le marché en France : ils doivent contenir des substances actives soutenues dans le programme d'examen pour l'usage adéquat (règlement délégué n° 1062/2014), être étiquetés conformément à l'article 10 de l'arrêté du 19/05/2004, déclarés à l'INRS à des fins de toxicovigilance et au ministère chargé de l'écologie. Quelques produits biocides sont soumis à une autorisation transitoire de mise sur le marché : il s'agit de désinfectants pour les eaux de piscines publiques, les eaux potables et les réseaux d'eau chaude/froide sanitaire, les désinfectants utilisés pour l'embaumement et la taxidermie, les produits rodenticides, et enfin les produits d'assainissement et antiparasitaires, anciennement gérés par la Direction générale de l'alimentation (DGAL). Par ailleurs une liste de désinfectants agréés pour la désinfection en cas de maladies réputées contagieuses a été fixée par l'arrêté du 28 février 1957.

En France, c'est l'**Anses** qui instruit les demandes d'AMM déposées par les notifiants. Après avoir réalisé ces évaluations, l'Anses donne un avis favorable si le risque est considéré comme acceptable ou défavorable dans le cas contraire, à l'utilisation du produit considéré pour tel ou tel usage. L'avis de l'Anses mentionne les conclusions de l'évaluation sur l'efficacité vis-à-vis des organismes cibles et les risques pour l'homme et l'environnement liés à un ou plusieurs usages précis du produit biocide. C'est actuellement le **ministère chargé de l'écologie** qui délivre les AMM.

Les étiquettes des produits biocides portent, comme celles des préparations phytopharmaceutiques, les pictogrammes, les phrases de risque et les conseils de prudence, qui résultent de leur évaluation.

3) Médicaments vétérinaires à base de produits chimiquement définis

Un **médicament** correspond à toute substance ou composition présentée comme possédant des propriétés curatives ou préventives à l'égard des maladies humaines ou animales. Il peut également s'agir de certains produits utilisés pour le diagnostic de maladies. Le médicament est donc défini par sa destination ou sa forme. Au préalable, les constituants d'un médicament chimiquement défini ont le statut de produits chimiques. On peut distinguer deux catégories de médicaments vétérinaires, selon qu'ils sont **destinés à des animaux producteurs de denrées alimentaires ou à des animaux de compagnie**.

Les substances pharmacologiquement actives des médicaments vétérinaires qui sont destinés aux animaux producteurs de denrées alimentaires doivent avoir fait l'objet au préalable de la détermination d'une LMR adéquate. Elles ont un dossier « Toxicologie et métabolisme » de même nature que celui des substances actives phytopharmaceutiques, puisqu'il doit permettre la fixation d'une DJA. Il s'agit d'une procédure communautaire, en amont de l'AMM du médicament vétérinaire.

En comparant la DJA et la répartition des résidus dans les différents tissus de l'espèce de destination, des LMR sont fixées en tenant compte du rapport résidu marqueur/résidus totaux. On considère que toutes les denrées sont contaminées au niveau de la LMR et qu'une personne de 60 kg ingère tous les jours l'ensemble des denrées incluses dans « le panier de la ménagère »

Les médicaments vétérinaires, quelle que soit leur destination, font l'objet d'études toxicologiques, pharmacologiques et cliniques, sauf pour les médicaments génériques où la démonstration de la bioéquivalence permet, le cas échéant, de dispenser des études pré-citées.

Les recommandations d'utilisation du médicament sont résumées dans un document appelé « **Résumé des caractéristiques des produits** » (RCP), à partir duquel sont établis l'étiquetage et la notice.

Le RCP expose notamment : les indications thérapeutiques, les contre-indications, les précautions particulières d'emploi incluant les précautions à prendre par la personne qui administre le médicament aux animaux, les effets indésirables, les interactions médicamenteuses, la posologie, le mode d'emploi et la voie d'administration, les symptômes survenant en cas de surdosage, la conduite d'urgence à observer et les antidotes à utiliser, la durée de conservation etc., sans oublier pour les médicaments destinés aux animaux d'élevage les temps d'attente pour la viande, le lait, les œufs et le miel, selon les espèces de destination.

Le risque potentiel pour l'homme, consommateur de denrées d'animaux ayant reçu un médicament, est géré par l'établissement des temps d'attente. Un (ou plusieurs) temps d'attente est défini lors de la procédure d'AMM du médicament vétérinaire en tenant compte du statut LMR des substances pharmacologiquement actives contenues dans le médicament, les espèces de destination, les posologies et les voies d'administration recommandées dans l'AMM du médicament.

Le risque pour l'utilisateur potentiellement exposé aux médicaments vétérinaires doit être évalué. La définition de l'utilisateur est très large puisqu'elle comprend toute personne pouvant administrer le produit à l'animal (vétérinaire, éleveur, propriétaire...) mais également toute personne pouvant entrer en contact avec un animal traité, notamment les enfants avec les animaux de compagnie. L'évaluation est qualitative et quantitative. Elle s'appuie sur la connaissance des propriétés pharmacologiques, toxicologiques et chimiques du produit, qui sont présentées dans le dossier d'AMM. La quantification du risque se fait, pour tous les scénarios d'exposition identifiés, en comparant la valeur d'exposition à une valeur toxicologique de référence ou à la NOAEL la plus représentative, afin de calculer la marge d'exposition (MOE). Les études d'exposition spécifiques sont peu nombreuses. Le recours à un scénario « pire-cas » est fréquent. Lorsqu'un risque est identifié, des mesures de gestion du risque doivent être appliquées.

Les AMM nationales sont délivrées par l'Agence nationale des médicaments vétérinaires (ANMV) au sein de l'Anses qui a instruit les demandes d'autorisation de mise sur le marché déposées par les notifiants.

L'**étiquette** des spécialités vétérinaires a beaucoup de points communs avec celle des médicaments à usage humain. Les mentions suivantes y figurent : dénomination, composition, n° du lot de fabrication, n° de l'AMM, posologie, etc. et lorsque le médicament contient des substances vénéneuses, un rectangle blanc, entouré d'un filet rouge ou vert, avec la mention : « Respecter les doses prescrites ». Les spécialités vétérinaires portent en plus, l'une des trois mentions suivantes : « Usage vétérinaire », « Usage vétérinaire à ne délivrer que sur ordonnance » ou « Usage vétérinaire à ne délivrer que sur ordonnance devant être conservée au moins 5 ans », ainsi que des indications sur les temps d'attente à respecter pour toutes les espèces concernées. L'étiquette indique également les précautions particulières d'élimination des médicaments non utilisés et toute autre mention prescrite par la décision d'autorisation de mise sur le marché.

La **notice** doit être établie en conformité avec le RCP du médicament. Elle permet de donner des informations plus détaillées que l'étiquette, en particulier sur les indications et les contre-indications, les effets indésirables, les précautions d'emploi, les temps d'attente et les précautions particulières pour l'élimination des médicaments non utilisés.

La plupart des médicaments vétérinaires, en particulier ceux qui contiennent des substances vénéneuses ou des substances susceptibles de demeurer à l'état de résidus toxiques ou dangereux, ne peuvent être **délivrés que sur ordonnances** établies par un vétérinaire à la suite d'un examen clinique des animaux. Ceci est également nécessaire lorsque le médicament a un temps d'attente non nul. Le vétérinaire prescripteur doit l'indiquer sur l'ordonnance. Des dispositions particulières sont prévues, dans le cadre des productions animales, pour certains médicaments vétérinaires inscrits sur une liste positive définie par arrêté ministériel lorsqu'il s'agit de traitement prophylactiques. L'approvisionnement de ces médicaments vétérinaires peut alors se faire dans le cadre de programmes sanitaires d'élevage. Dans ce cas les vétérinaires font des prescriptions « hors examen clinique », et l'éleveur s'approvisionne directement auprès du groupement sanitaire d'élevage agréé à cet usage.

L'AMM des médicaments vétérinaires est illimitée après un renouvellement 5 ans après la délivrance de l'AMM initiale. Ensuite la pharmacovigilance prend le relai et donne la possibilité à tout moment de réévaluer la balance bénéfique/risque du médicament, de demander des études complémentaires au titulaire dès lors qu'il y a des déclarations mettant en évidence des problèmes de santé publique ou animale y compris les problèmes pour l'utilisateur.

Depuis le mois de septembre 2014, la Commission européenne a publié des propositions de règlement visant à réviser la réglementation européenne en matière de médicament vétérinaire. Des modifications dans les méthodes d'évaluation des médicaments sont donc à prévoir à l'issue de cet exercice de révision.

Conclusion

Pour un utilisateur non averti, les étiquettes des médicaments vétérinaires attirent moins l'attention sur le danger que celles des produits phytopharmaceutiques ou des biocides, qui portent des pictogrammes bien visibles. Quels que soient les produits, les précautions d'emploi ne sont pas toujours parfaitement explicitées et elles se fondent parmi un grand nombre d'autres indications.

Les secteurs de distribution sont différents. Les médicaments vétérinaires sont, sauf dérogation, délivrés par un pharmacien ou un vétérinaire, dont le rôle est de donner des conseils d'utilisation et de rappeler les précautions d'emploi. Les produits phytopharmaceutiques et une partie des biocides sont délivrés par des professionnels dont la formation à la connaissance des risques a fait l'objet récemment de nouvelles dispositions : certification ou agrément pour les produits phytopharmaceutiques.

Annexe 3 : Synthèse des analyses des articles scientifiques retenus

Tableau 20 : Articles scientifiques retenus concernant les études d'exposition (avec mesures de pesticides)

Auteur (Année)	Taille échantillon	Secteur agricole	Tâches	Pesticides mesurés	Type de prélèvements	Valeurs d'exposition			
						Cutanée	Respiratoire	Environnementale	Biologique
Baldi <i>et al.</i> (2006) PESTEXPO	48 journées - 37 applications avec tracteur - 4 pulvérisateurs à dos - 7 réentrées	Vignes	Traitement Réentrée	Dithiocarbamates	Contamination externe Réelle (sur la peau, respiratoire)	Médiane/jour (substance active) Tracteur : 40,5 mg Pulvés : 68,8 mg Réentrée : 1,3 mg	Médiane/jour Tracteur : 0,44 mg Pulvés : 0,56 mg Réentrée : 0,01 mg		
Baldi <i>et al.</i> (2012) PESTEXPO	67 journées d'application avec tracteur	Vignes	Traitement	Dithiocarbamates et folpel	Contamination externe Réelle (sur la peau)	Médiane/jour Préparation (produit commercial): 14,15 mg Application : 0,98 ml de bouillie Nettoyage : 0,37 ml de bouillie			
Baldi <i>et al.</i> (2014) PESTEXPO	94 journées - 46 Réentrée - 48 Vendanges	Vignes	Réentrée et Vendanges	Folpel	Contamination externe Réelle (sur la peau)	Médiane/jour Réentrée : 1,97 ml de bouillie Vendanges : 0,02 ml de bouillie			
Dupupet <i>et al.</i> (2010)	32 exploitants agricoles 24 salariés	Vignes	Traitements	Dithiocarbamates	Prélèvements urinaires avant/après métabolites (éthylène-thio-urée)				Médiane/j en : mg/g créatinine avant : 0,43 après : 2,62
Grillet <i>et al.</i> (2004)	-15 salariés entreprise travaux agricoles (ETA) -16 applicateurs -8 travailleurs réentrée -14 témoins non exposés	Vignes	Traitements Réentrée	Arsenic inorganique et ses métabolites méthylés	Prélèvements urinaires Phase1 Phase 2 (avant/après)				Médiane/j en : µg/g créatinine Salariés ETA : 70 Applicateurs : 23 Réentrée : 6,7 Témoins : 4,9
Lebailly <i>et al.</i> (2009) PESTEXPO	47 journées d'application avec tracteur	Blé/orge	Traitements	Isoproturon	Contamination externe Potentielle (sur les vêtements et gants)	Médiane/jour (substance active) 57,8 mg 75% à la préparation			
Mestres <i>et al.</i> (1985)	2 applications (expérimentales)	Serres/Jardins (citronniers, haricots)	Traitements	Dicofol Deltaméthrine	Contamination externe Réelle (sur la peau, respiratoire) Résidus délogeables		Dicofol : 0,021 µg/h Deltaméthrine : 5,4 µg/h	Résidus à J2 Dicofol : 14.10 ⁻³ µg/cm ² Deltaméthrine : 5.10 ⁻³ µg/cm ²	

Auteur (Année)	Taille échantillon	Secteur agricole	Tâches	Pesticides mesurés	Type de prélèvements	Valeurs d'exposition			
						Cutanée	Respiratoire	Environnementale	Biologique
					sur les feuilles (de J0 à J14) Teneur dans l'air (de J0 à J9)			Teneur dans air à J2 Dicofol 2,75 µg/m ³ Deltaméthrine <0,001 µg/m ³	
Thibaudier et Freulet (2010)	7 observations	Noyeraies	Traitements	Sulfate de cuivre et hydroxyde de cuivre	Teneur dans l'air			19,6 µg/m ³ d'air	
Thibaudier <i>et al.</i> (2011)	1 observation	Vignes	Traitements	Chlorpyrifos (et xylènes, solvants présents dans la formulation)	Teneur dans l'air			Chlorpyrifos 4,5 mg/m ³ d'air Xylènes 4 mg/m ³ d'air	

Tableau 21 : Articles scientifiques retenus en épidémiologie

Références	Schéma étude	Populations étudiées Secteurs Agricoles	Définition Exposition	Pesticides : famille/ma	Sources/ Outils de Mesure	EPI	Matériel	Autres déterminants	Fréquence exposition	Effet de Santé Etudié
Troubles de la reproduction										
Brucker-Davis <i>et al.</i> (2008)	Cas-Témoins 2002-2005	Garçons nouveaux-nés (terme 34 semaines et +) Hôpitaux de Nice et de Grasse (n = 78/86)	Niveaux de DDE dans matrices biologiques : inférieur au seuil de quantification, inférieur à la médiane, supérieur à la médiane	DDE	Mesures dans colostrum (n = 125) et sang cordon (n = 151) Calendriers professionnels	Non	Non	non	DDE dans 68% des échantillons Pas de données professionnelles : calendriers non exploités	Cryptorchidisme
Migeot <i>et al.</i> (2013)	Cohorte historique 2005-2009	Deux-Sèvres : toutes les naissances vivantes	Niveaux d'atrazine et métabolites dans eau de zone de distribution, en fonction des trimestres de grossesse	Atrazine et ses dérivés (nitrates)	Dosage dans eau de boisson	Non	Non	Non	Pas de prise en compte des expositions professionnelles	Issues de grossesse
Pelagie Petit <i>et al.</i> (2010) Chevrier <i>et al.</i> (2011)	Cohorte 2002-2006	Femmes enceintes dans 3 départements bretons (n = 3159)	Zone urbaine (>20 000) ou rurale et si zone rurale : Indicateur écologique : % SAU communale en maïs (seuil 20%), blé (seuil 15%), colza, pois, pommes de terre, légumes,	Atrazine, simazine alachlore (et métabolite), métolachore acétochlore Organochlorés	Recensement Agricole 2000 Dosage dans eau de boisson Dosages urinaires Sang cordon	Non	Non	non	Exclusion des agricultrices dans certaines analyses Dosages urinaires chez 8 femmes agricultrices : 25% niveaux quantifiables d'atrazine et métabolites (vs 5% pop générale), et	Croissance fœtale Issues de grossesse

Références	Schéma étude	Populations étudiées Secteurs Agricoles	Définition Exposition	Pesticides : famille/ma	Sources/ Outils de Mesure	EPI	Matériel	Autres déterminants	Fréquence exposition	Effet de Santé Etudié
			fraises, melons (O/N)						63% pour alachlore (vs 18%)	
Thonneau <i>et al.</i> (1999)	Transversale Exposés/ non exposés	Alsace : travailleurs agricoles lors visite médicale annuelle, ayant enfant né après 1986 (n = 362) Danemark : agriculteurs bio vs conventionnels	Avoir traité avec des pesticides l'année précédant la naissance du plus jeune enfant	Non	Questionnaire, incluant le nom des pesticides utilisés l'année précédant la naissance	Non	Non	Non	39% avaient réalisé des traitements dans l'année précédant la naissance du dernier enfant (pas de détail sur les pesticides)	Délai à concevoir
Pathologies neurologiques										
Phytoner Baldi <i>et al.</i> (2001) Baldi <i>et al.</i> (2011) Blanc-Lapierre <i>et al.</i> (2013)	Cohorte Inclusion 1997-1998	Affiliés à la MSA Gironde (n = 929) Secteur viticole	Avoir traité en viticulture (préparation, application, nettoyage) Opérations de réentrée Intoxications aiguës	Analyse spécifique sur OP (Article 2013)	Calendrier professionnel Questionnaire détaillé sur les tâches, le matériel (historique) Matrice PESTIMAT	Oui	Oui	Caractéristiques individuelles (PESTEXPO)	55% de personnes ont traité au cours de leur vie, et 27% ont fait exclusivement des opérations de réentrée 14% ont été intoxiqués ~tous exposés aux OP	Troubles neuro-comportementaux Maladies neurodégénératives
Paqpest Baldi <i>et al.</i> (2003b)	Cohorte inclusion 1987	Personnes âgées cohorte PAQUID Gironde (n = 625)	Avoir réalisé des traitements en agriculture	Non	Calendrier professionnel Expertise : probabilité, fréquence, intensité	Non	Non	Non	21% exposés professionnellement au cours de leur vie (28 ans en médiane)	Troubles neuro-comportementaux Maladies neurodégénératives
Phytopark Baldi <i>et al.</i> (2003a)	Cas-Témoins 1997-1999	Population Générale Gironde (n = 84/252)	Avoir réalisé des traitements en agriculture	Question sur PARAQUAT DIQUAT	Calendrier Professionnel Expertise	Non	Non	Non	23% d'exposés parmi les cas et 15% parmi les témoins	Maladie Parkinson
Elbaz <i>et al.</i> (2003) Elbaz <i>et al.</i> (2004) Elbaz <i>et al.</i> (2009) Weisskopf <i>et</i>	Cas-Témoins 1998-1999	Affiliés MSA 18 -75 déclaration en ALD (n = 247/676)	Avoir appliqué des pesticides professionnellement ou dans le jardin	Insecticides, Fongicides, Herbicides 29 familles déterminées à l'aide de la classification d'Alan Wood	Calendrier Professionnel Questionnaire sur exploitations, cultures, élevages, matériel traitement Questions sur	Oui	Oui	Non	71% d'agriculteurs chez les cas et 82 % chez les témoins Exposition professionnelle aux pesticides : 40% chez les témoins et 48% chez les cas	Maladie Parkinson Dépression

Références	Schéma étude	Populations étudiées Secteurs Agricoles	Définition Exposition	Pesticides : famille/ma	Sources/ Outils de Mesure	EPI	Matériel	Autres déterminants	Fréquence exposition	Effet de Santé Etudié
<i>al.</i> (2013)					pesticides Expertise pour vérifier la cohérence des réponses				(médiane : 38 ans) Exposition selon les familles variant entre 5% (nitriles) et 43% (cuivre)	
Moisan <i>et al.</i> (2011)	Cas-Témoins 2007	Affiliés MSA 18 ans et + départements 17, 21, 33, 86, 53 (n = 1 659/237 917)	Indicateur écologique (« densité de ferme ») : Nb de fermes/surface cantonale pour 16 catégories OTEX		Recensement Agricole de 1988 à l'échelle cantonale	Non	Non	Non	Non renseignée Pas de donnée professionnelle	Maladie de Parkinson
Preux <i>et al.</i> (2000)	Cas-Témoins 1995-1996	Limousin n = 140/280	Durée de vie sur une ferme Utilisation de pesticides profession ou loisir Consommation eau du puits	Non	Questionnaire	Non	Non	Non	50% ont résidé sur une ferme (≥1 an) 30% des cas et 24% des témoins ont utilisé des pesticides Pas de données professionnelles	Maladie Parkinson (+/- prise en compte de polymorphisme génétique)
Vidal <i>et al.</i> (2008) Vidal <i>et al.</i> (2009)	Cas-Témoins 2000-2003	Paris, Marseille : centres neurologiques de référence (=71/71 pour AMS) (=79/79 pour PS)	Avoir traité en agriculture ou en jardinage	Non	Questionnaire : professions (9 groupes), utilisation pesticides pour le jardinage. Expositions professionnelles	Non	Non	Non	4,2% d'utilisation professionnelle de pesticides chez cas et témoins	Atrophie multisystémique Paralysie supranucéaire
Chrysostome <i>et al.</i> (2004)	Cas-Témoins	Aquitaine : centre hospitaliers, réseaux de neurologues (50 cas, 50 témoins)	Avoir traité en agriculture Résider en zone rurale	Non	Calendriers professionnels Expertise (matrice) Expositions domestiques	Non	Non	Non	20% de personnes exposées professionnellement, 72% de personnes résidant en milieu rural	Atrophie multisystémique
Cancers										
Belpomme <i>et al.</i> (2009)	Descriptive/Géographique	Antilles françaises	Population générale	Organochlorés	-Pollution des sols -Graisse humaine (1972)	Non	Non	Non	Aucune information sur les professions	Cancer de la prostate
Benhamou <i>et al.</i> (1988)	Cas-Témoins 1976-1980	1134 cas hommes et 2409 témoins	Emploi	Non	Calendrier professionnel (>1	Non	Non	Non	Emploi en secteur agricole, forêt, pêche	Cancers des poumons

Références	Schéma étude	Populations étudiées Secteurs Agricoles	Définition Exposition	Pesticides : famille/ma	Sources/ Outils de Mesure	EPI	Matériel	Autres déterminants	Fréquence exposition	Effet de Santé Etudié
		hospitaliers			an) + expertise				246 témoins (10%) et 151 cas (13%) Agriculteurs 229 témoins (10%) et 137 cas (12%)	
Clavel <i>et al.</i> (1996)	Cas-Témoins 1980-1990	18 CHU, 226 cas hommes (recrutement rétrospectif en large partie) Témoins hospitaliers 425 témoins	Avoir traité en agriculture	Oui	Auto-questionnaire (emplois > 6 mois) puis questionnaire en face à face (médecins du travail des MSA) + expertise (2 experts)	Oui	Non	Non	116 / 425 témoins (27%) 77 / 226 cas (34%)	Leucémies à tricholeucocytes
Cordier <i>et al.</i> (1994)	Cas-Témoins 1985-1987	Ile de France, 75 cas de 0 à 15 ans, Témoins population générale, 113 témoins	Emploi des parents Résidence sur une ferme	Non	Questionnaire en face à face auprès de la mère	Non	Non	Non	Résidence dans une ferme pendant l'enfance 2 / 113 témoins (2%) 8 / 75 cas (11%) Pas de données sur emplois	Tumeurs cérébrales
Fabbro-Peray <i>et al.</i> (2001)	Cas-Témoins 1992-1995	Languedoc Roussillon 517 cas (445 LMNH ,72 MH) 1 025 témoins listes électorales	Avoir un emploi agricole ou/et avoir utilisé des pesticides en agriculture	Non	Calendrier professionnel + liste de 9 types de substances dont pesticides	Non	Non	4 catégories (pas de pesticides et absence emploi agricole / pesticides hors emploi agricole / emploi agricole sans pesticide / pesticides en emploi agricole	Agriculteurs 53 / 1025 témoins (5,2%) 38 / 517 cas (8,5%) Utilisation de pesticides en agriculture : 56 / 1025 témoins (5,5%) 49 / 517 cas (11,0%)	Lymphomes Malins non-Hodgkiniens Maladie de Hodgkin
Guida <i>et al.</i> (2011)	Cas-Témoins 2001-2007	11 départements avec registre général 2 923 cas 3 555 témoins population générale (sondage liste tél)	Avoir traité en agriculture	Non	Questionnaire en face à face (emplois > 1 mois) + codage emplois exposant à cancérigènes avérés (Arsenic)	Non	Non	Expertise	Hommes (insecticides arseniés en viti avant 1970) 17 / 2 770 témoins (0,6%) 19 / 2 441 cas (0,8%) Hommes travail en arbo/viti	Cancer Poumons

Références	Schéma étude	Populations étudiées Secteurs Agricoles	Définition Exposition	Pesticides : famille/ma	Sources/ Outils de Mesure	EPI	Matériel	Autres déterminants	Fréquence exposition	Effet de Santé Etudié
									3 / 1 895 témoins (0,2%) 9 / 1 292 cas (0,7%)	
Multigner <i>et al.</i> (2010)	Cas-Témoins 2004-2007	Guadeloupe 623 cas 671 Témoins		Chlordécone	Questionnaire + sang Taux plasmatique de Chlordécone	Non	Non	Emploi dans les bananeraies	10% des témoins et 11,9% des cas ont travaillé dans les bananeraies	Cancer de la prostate
Nisse <i>et al.</i> (2001)	Cas-Témoins 1991-1996	Nord et Pas de Calais 204 cas 204 Témoins population générale	Avoir traité en agriculture	Non	Questionnaire face à face, calendriers emplois (> 6mois) + expertise (> 5 experts) pour 70 nuisances dont pesticides	Non	Non	Expertise	8 / 204 témoins (4%) 19 / 204 cas (9%)	Syndromes myélodysplasiques
Orsi <i>et al.</i> (2007)	Cas-Témoins 2000-2004	6 CHU de l'Ouest 824 cas 752 Témoins hospitaliers	Avoir traité en agriculture	Non	Auto-questionnaire puis questionnaire en face à face Calendrier emplois (>6mois) Questionnaire spécifique agricole	Non	Non	Non	Emploi agricole 48 témoins (6%) 79 cas (10%) Utilisation de pesticides sur cultures 72 témoins (10%) et 107 cas (13%)	Hémopathies malignes
Orsi <i>et al.</i> (2009)		Hommes 491 cas 456 témoins		Oui, 14 familles de pesticides	+ expertise (1 agronome et 1 hygiéniste)	Non	Oui	Types de cultures, tâches de traitement		
Provost <i>et al.</i> (2007)	Cas-Témoins 1999-2001	Gironde 221 cas 442 témoins population générale	Emploi exposant aux pesticides	Non	Autoquestionnaire puis questionnaire en face à face Calendrier professionnel + expertise par 2 hygiénistes Questionnaire spécifique agricole	Oui	Oui	Tâches / types de cultures	Utilisation de pesticides en agriculture 5,4% des témoins et 5,9% des cas	Tumeurs du système nerveux central

Références	Schéma étude	Populations étudiées Secteurs Agricoles	Définition Exposition	Pesticides : famille/ma	Sources/ Outils de Mesure	EPI	Matériel	Autres déterminants	Fréquence exposition	Effet de Santé Etudié
Richardson <i>et al.</i> (1992)	Cas-Témoins 1984-1988	2 hôpitaux région parisienne 185 cas 513 témoins hospitaliers	Emploi exposant aux pesticides	Herbicides Insecticides	Questionnaires Calendrier professionnel + expertise par 1 hygiéniste industriel	Oui	Non	Non	Agriculteurs polyvalents 5 témoins (1%) et 8 cas (4,3%) 40 témoins (8%) et 22 cas (12%) exposés aux pesticides 30 témoins (6%) et 16 cas (9%) exposés aux herbicides 37 témoins (7%) et 22 cas (12%) exposés aux insecticides	Leucémies aiguës
Viel et Richardson (1991) Viel et Richardson (1993) Viel et Challier (1995) Viel <i>et al.</i> (1998)	Etude géographique	France	Emploi agricole	Non	Données du RGA Occupation du sol, nombre d'exploitants	Non	Non	Non	Pas d'information	Mortalité par cancers de la vessie / Cerveau / hémopathies malignes
Lebailly <i>et al.</i> (1998b) André <i>et al.</i> (2003) Lebailly <i>et al.</i> (2003)	Etudes transversales répétées 1995-1997 (Calvados) 1998-2000 (Rhône)	Calvados (n = 30) Rhône (=30)	Effet d'une journée d'utilisation	Oui Isoproturon Triazoles Chlorothalonil Captane	Questionnaire + prélèvements biologiques	Oui	Oui	Tâches	Grandes cultures Arboriculture (tous les participants sont exposés : critère d'inclusion)	Biomarqueurs de génotoxicité (mutagénicité urinaire / Cassures de l'ADN)
Lebailly <i>et al.</i> (1998a) Le Goff <i>et al.</i> (2005)	Etudes transversales répétées	Calvados (n = 30)	Effet d'une saison d'utilisation	Oui	Questionnaire + prélèvements biologiques	Oui	Oui	Tâches	Grandes cultures (tous les participants sont exposés : critère d'inclusion)	Biomarqueurs de génotoxicité (Adduits / Cassures de l'ADN)

Références	Schéma étude	Populations étudiées Secteurs Agricoles	Définition Exposition	Pesticides : famille/ma	Sources/ Outils de Mesure	EPI	Matériel	Autres déterminants	Fréquence exposition	Effet de Santé Etudié
Roulland <i>et al.</i> (2004) Agopian <i>et al.</i> (2009)	Cohorte prospective Inclusion 1997-2000 1 ^{er} suivi : 2007-2010	Calvados (n = 800)	Effet d'activités agricoles	Oui	Questionnaire + prélèvements biologiques	Oui	Oui	Tâches	Grandes cultures (tous les participants sont exposés : critère d'inclusion)	Biomarqueurs de génotoxicité (t(14;18))
Gallois <i>et al.</i> (2011)	Cohorte 1997-2000	Calvados (n = 116)	Effet des mois d'utilisation	Oui	Questionnaire + prélèvements biologiques			Activités agricoles (élevage), types de cultures, types de produits	Grandes cultures, fruits Variations saisonnières significatives d'avril à juillet Niveau d'adduits significativement plus faible chez les cultivateurs de fruits que chez les cultivateurs de grandes cultures Aucun lien entre les niveaux d'adduits et les activités d'élevage (même intensif)	Biomarqueurs de génotoxicité (Adduit de l'ADN)
Guiguet <i>et al.</i> (1995)	Cas-Témoins 1985-1988	Registre national d'anémie aplasique : 98 cas, 181 témoins hospitaliers et 72 témoins proches 18-70 ans	Avoir exercé une profession agricole pendant 1 an ou plus, dans les 15 dernières années	Fongicides, insecticides, herbicides	Calendrier professionnel sur 15 dernières années (Emploi > 1 an). Description tâches et expositions (expertise par toxicologue)			Non	13% d'exposés tous pesticides chez les témoins hospitaliers et 24% chez les proches	Anémie aplasique
Pathologies respiratoires										
AGRICAN Baldi <i>et al.</i> (2014) Tual <i>et al.</i> (2013)	Cohorte Inclusion 2004-2005	Affiliés à la MSA de 13 départements Actif ou retraités, salariés ou exploitants Tous secteurs	Avoir été au contact de cultures et ou élevages +/- avoir réalisé des traitements Vivre sur une ferme dans la petite enfance Avoir été intoxiqué par un pesticide	pas d'analyse par famille ou substance active spécifique	Calendrier professionnel Questionnaire détaillé sur les cultures (n = 13) et les élevages (n = 5), sur les tâches et le matériel (historique)	Oui	Oui	Caractéristiques individuelles	Fréquence d'utilisation des pesticides au cours de la vie variable parmi ceux qui ont cultivé une culture donnée : 27 à 67% à l'inclusion	Asthme et Bronchite chronique

Tableau 22 : Articles scientifiques retenus en ergotoxicologie

Référence	Type d'étude	Population exposée / produit	Statut de l'exposition aux pesticides dans l'étude (problématique)	Principaux résultats
Baldi <i>et al.</i> (2006)	Etude de terrain afin d'analyser les contaminations réelles lors d'activité de traitement et d'identifier des déterminants	Viticulteurs/fongicides	Au cœur de la problématique pour ce qui concerne les phases de préparation, de traitement et de nettoyage	Cette étude décrit les niveaux de contamination cutanée. Il apparaît que les personnes protégées peuvent dans certains cas être plus contaminées que les non protégées.
Dupupet <i>et al.</i> (2010)	Hygiène industrielle et biométrie	Culture de la pomme de terre, viticulture et horticulture/Fongicides	L'exposition est abordée à partir de mesures biométrie	Met en évidence l'efficacité du masque lors de l'usage de formulation en poudres
Garrigou <i>et al.</i> (2008) Garrigou <i>et al.</i> (2011)	Ergonomie, ergotoxicologie et épidémiologie de terrain	Viticulteurs/fongicides	Ce texte présente la démarche qui a conduit à lancer l'alerte concernant la non-résistance des combinaisons destinées à la protection des pesticides à la perméation de ces derniers. Sur la base des résultats de l'étude Pestexpo, sont discutées les explications du fait que les agriculteurs protégés sont globalement plus contaminés que ceux qui ne le sont pas.	Ce texte propose une discussion de l'efficacité des combinaisons devant protéger des pesticides. Ce travail fait apparaître le fait que les combinaisons jusqu'alors recommandées n'avaient pas été testées du point de vue de la résistance à la perméation.
Garrigou <i>et al.</i> (2012)	Ergonomie	Résultats issus de la viticulture/fongicides	L'usage des pesticides en France est discuté sous la forme d'un transfert de technologie mal maîtrisé	Questionnement de l'efficacité de la conception technique (y compris les EPI) et organisationnelle en ce qui concerne les activités d'usage des pesticides.
Lambert <i>et al.</i> (2012b)	Ergonomie et hygiène industrielle	Serre	Ce texte présente une analyse des déterminants des situations d'exposition lors d'activité de traitement dans des serres.	Analyse des relations entre contacts cutanés et niveaux de contamination
Mohammed-Brahim et Garrigou (2009)	Ergonomie et ergotoxicologie		Ce texte présente les limites des pratiques classiques de prévention du risque chimique et les apports de l'ergotoxicologie.	Ce texte propose un point conceptuel et méthodologique en ergotoxicologie
Veiga <i>et al.</i> (2007)	Ergonomie	Canne à sucre, maraichage, viticulture	Ce texte propose une articulation entre les problématiques d'exposition aux pesticides au	Il fait de la question de l'efficacité des combinaisons dans des contextes

Référence	Type d'étude	Population exposée / produit	Statut de l'exposition aux pesticides dans l'étude (problématique)	Principaux résultats
			Brésil et en France.	d'utilisation très différents. La pénibilité liée au port des combinaisons est discutée.

Tableau 23 : Articles scientifiques retenus en sciences humaines et sociales

Référence	Type d'étude	Population exposée / produit	Statut de l'exposition aux pesticides (problématique)	Principaux résultats
Ansaloni et Smith (2014)	Monographie Etude de la mise en place du dispositif Certiphyto en Gironde. 17 entretiens semi-structurés conduits en 2012 auprès d'acteurs impliqués dans la mise en place du dispositif.	Pas de population spécifique		Met en évidence pour la Gironde 1) la délégation par l'Etat de l'organisation du dispositif Certiphyto 2) l'absence de contrôle par l'état des contenus et de la cohérence des formations 3) de double intérêt des prestataires : les gains financiers, et l'utilisation de la formation Certiphyto comme produit d'appel afin de vendre d'autres services. 4) l'existence d'un ordre institutionnel dont les dimensions commerciales et financières sont peu propices à une remise en cause des pratiques existantes
Décosse (2008) <i>Financement allocation thèse EHESS</i>	Monographie Enquête multi-située (France et Maroc). Nombre d'entretiens non précisés.	Salariés migrants saisonniers en contrat OMI	Analyse la condition de travailleurs migrants OMI au prisme de la santé au travail. Porte en partie sur l'exposition aux pesticides.	- Intoxications rarement déclarées en raison de l'absence de formation des travailleurs, de leur manque d'accès aux fiches de données de sécurité, et surtout à cause de la précarité de leur statut. - Même déclarées, les affections atteignant spécifiquement cette main-d'œuvre sont invisibles du fait de l'absence de mention de la nationalité dans les fichiers d'accidents du travail de la MSA
Décosse (2013) <i>Financement allocation thèse EHESS</i>	Monographie Enquête multi-située (France et Maroc) auprès de salariés migrants saisonniers en contrat OMI dans la production de fruits et légumes. 160 entretiens dont 55 avec des salariés OMI + observation participante dans	Salariés migrants saisonniers en contrat OMI	- Discussion des différents mécanismes sociaux par lesquels l'exposition aux pesticides et les effets sur la santé sont, pour les travailleurs migrants saisonniers, invisibilisés. - Description de certaines	- Surexposition du salariat OMI - Limites en matière de prévention de l'homologation et des EPI - Non accès ou accès très limités aux dispositifs de santé au travail existant - Externalisation des coûts de santé et sociaux engendrés par les effets négatifs sur la santé causés par les expositions (renvoi dans le pays

Référence	Type d'étude	Population exposée / produit	Statut de l'exposition aux pesticides (problématique)	Principaux résultats
	une organisation d'aide aux travailleurs OMI. Réalisés entre 2004 et 2009.		situations d'exposition.	d'origine).
Dedieu et Jouzel (2015) <i>Financement APR Afsset</i>	Monographie Enquête sur les processus qui ont conduit à l'interdiction de l'arsénite de soude en 2001. Interroge spécifiquement les outils dont disposent les institutions d'évaluation des risques pour repérer les dangers et estimer les risques	Viticulteurs Salariés d'entreprises réalisant les traitements phytosanitaires	Interroge spécifiquement les outils dont disposent les institutions d'évaluation des risques pour repérer les dangers et estimer les risques et ce que ces outils permettent ou non de voir du travail réel et des expositions qu'il engendre	Montre 1) l'inadaptation des dispositifs d'évaluation a priori des risques utilisés dans le processus d'homologation pour anticiper les expositions et de toxicovigilance pour repérer les expositions non anticipées 2) l'importance des acteurs ayant une multipositionnalité pour repérer des problèmes d'exposition non anticipés par l'évaluation a priori 3) L'importance des enquêtes in situ ou de terrains pour appréhender le travail réel et objectiver les expositions 4) Le non apprentissage par les institutions (MSA, homologation) des enseignements donnés par l'arsénite de soude est son interdiction.
Jouzel et Prete (2013) <i>Financement APR Afsset</i>	Monographie. Enquête sur des dispositifs administratifs visant à mettre en évidence les pathologies professionnelles liées aux expositions aux pesticides. Nombre de personnes enquêtées non précisé.	-Pas de populations spécifiques. -Dispositifs MSA (toxicovigilance et reconnaissance en maladie professionnelle).	- Construction par des dispositifs administratifs de méconnaissance sur les expositions aux pesticides et leurs effets sur la santé en milieu professionnel agricole.	- le cadrage et le type de ressources cognitives mobilisés écartent une grande partie et des causes d'intoxication et des types d'intoxications produites, créant de l'ignorance sur une grande partie et des situations d'expositions et des effets des pesticides. - Injonction morale inscrite dans les dispositifs de prévention et de reconnaissance qui fait reposer la responsabilité de l'exposition sur le travailleur.
Kuhfuss <i>et al.</i> (2012) <i>Financement ANR Systema, projet Popsy et APR Pesticides 2011, Ministère chargé de l'écologie et Onema</i>	Analyse de l'adoption d'une mesure de politique publique	- Enquête auprès de 72 agriculteurs département Eure et Loire, grandes cultures, zones importantes pour qualité de l'eau souterraine (face à face)	- questionnaire sur la perception des risques de santé pour les utilisateurs (agriculteurs)	- tous les agriculteurs rencontrés sont sensibilisés à la nocivité des pesticides pour leur propre santé
Nicourt et Girault (2013) <i>Financement ministère chargé de l'écologie</i>	Monographie. Enquête auprès de 51 viticulteurs (chefs d'exploitation) et 19 conseillers techniques dans la région Languedoc-	- Viticulteurs (hommes, femme, à temps plein, à temps partiel). - Techniciens agricoles.	Représentations de l'exposition aux pesticides chez différents types de personnes potentiellement exposées.	Témoignages sur l'incertitude dans laquelle sont les personnes ayant une activité viticole et les conseillers agricoles quant aux risques encourus liés à l'usage de pesticides. Hétérogénéité des comportements associés (prudence, déni...).

Référence	Type d'étude	Population exposée / produit	Statut de l'exposition aux pesticides (problématique)	Principaux résultats
	Roussillon. 2005-2007.			
Nicourt et Girault (2011) Economie rural. <i>Financement ministère chargé de l'écologie</i>	Monographie. Enquête auprès d'un échantillon stratifié d'une 50aine de viticulteurs (chefs d'exploitation) et d'une dizaine de conseillers techniques dans la région Languedoc-Roussillon. 2005-2007.	Viticulteurs (hommes, femme, à temps plein, à temps partiel). - Techniciens agricoles.	La question des pesticides dans la constitution de communautés de pratiques. La question des expositions comme un facteur parmi d'autres de l'évolution de ces communautés de pratiques	i) la question de l'exposition aux pesticides n'apparaît pas comme un déterminant des changements de pratiques ii) de nouvelles pratiques visant une réduction globale du niveau de pesticide à l'échelle d'un collectif peuvent se traduire par une exposition des risques d'exposition accrus pour certains individus.
Nicourt et Girault (2009) <i>Financement ministère chargé de l'écologie</i>	Monographie. Enquête auprès d'un échantillon stratifié d'une 50aine de viticulteurs (chefs d'exploitation) et d'une dizaine de conseillers techniques dans la région Languedoc-Roussillon. 2005-2007.	Viticulteurs (hommes, femme, à temps plein, à temps partiel).	-Les stratégies des viticulteurs pour faire face aux risques posés par les pesticides.	- Conscience d'un certain degré de dangerosité. - Fort écart des pratiques réelles avec les prescriptions données dans le cadre de l'homologation. - Pratiques de protection résultant de l'expérience empirique. - Pratiques contraintes par les relations avec les riverains (ne pas montrer les traitements, ne pas se protéger pour cacher la dangerosité).
Vanloqueren et Baret (2008) <i>Financement Fond national de recherche scientifique belge</i>	Monographie et revue systématique. Entretiens auprès de 25 agriculteurs + analyse systématique de la littérature technique en Wallonie. Comparaisons avec la situation française à dire d'experts.	Producteurs de blé qui pourraient utiliser cultivars permettant moindre recours à fongicides (triazoles et strobilurines).	Expositions pas centrales. Verrouillage technologique sur des systèmes à fort niveau de pesticides.	Poids du système de conseil (en partie lié aux firmes d'amont) dans les choix techniques des agriculteurs et verrouillage technologique sur systèmes à fort niveau de pesticides.

Annexe 4 : Position minoritaire exprimée par deux experts du groupe de travail

A l'issue de l'adoption par le CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » mais avant publication des travaux, l'Agence a reçu le 12 juin 2016 une note traduisant une position minoritaire cosignée par deux experts du groupe de travail relative aux sections 6.2 et 6.4 du volume principal du rapport, note dont la présidente et la vice-présidente du groupe de travail ont également été destinataires. Compte tenu de son arrivée tardive, cette note n'a pas fait l'objet d'une présentation devant le groupe de travail. Le CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens » a également été informé de la transmission de cette note lors de sa séance du 16 juin 2016.

Le comité de déontologie et de prévention des conflits d'intérêt de l'Anses a été sollicité sur le principe et les modalités de publication de cette position minoritaire. L'avis de l'Agence prend en compte les recommandations formulées par le comité de déontologie et de prévention des conflits d'intérêt, et notamment l'annexion de cette note au présent rapport d'expertise.

« Nos nuances concernent 2 parties du rapport du GT « Pesticides et travailleurs agricoles » :

- Point 6.2 : Procédure d'autorisation de mise sur le marché
- Point 6.4 : Le rôle des EPI dans la protection des expositions aux pesticides

■ Procédure d'autorisation de mise sur le marché

Lors du réexamen des produits, les données administratives telles que les données Phyt'attitude sont prises en considération. Ces données permettent de fournir des informations sur les risques encourus dans les conditions réelles d'utilisation, en complément des informations fournies par les experts du CES Produits phytopharmaceutiques ayant une connaissance réelle des pratiques des agriculteurs

Les études d'expologie prises en considération dans l'autorisation de mise sur le marché sont principalement fournies par les firmes phytopharmaceutiques. Elles ont été réalisées suivant les bonnes pratiques d'expérimentation (BPE) et les bonnes pratiques de laboratoire (BPL) comme le demande la réglementation. L'activité des opérateurs et des travailleurs y est décrite. Les études sont évaluées et validées par des experts au sein du CES Produits phytopharmaceutiques pour la France, qui ont été sélectionnés par l'ANSES pour leurs compétences et leurs qualités scientifiques.

Par ailleurs, les experts tiennent compte des nouvelles études scientifiques d'expologie dans leur évaluation des dossiers. Les études de littérature ouverte sont prises en considération notamment dans une perspective constructive pour améliorer les modèles d'exposition des opérateurs et des travailleurs. L'inconvénient de ces études ; c'est qu'elles sont rarement faites en « BPE », assurant la traçabilité, comme exigé pour que les études d'expologie³⁷ soient validées dans le cadre de l'autorisation de mise sur le marché des produits.

L'architecture des modèles fait consensus au niveau international et suit des progrès constants.

■ Le rôle des EPI dans la protection des expositions aux pesticides

Des travaux sont en cours sur la validation des vêtements de travail afin de répondre aux exigences fixées par la directive européenne portant sur les EPI. Des travaux sont menés par exemple dans le cadre d'Ecophyto, afin de caractériser les performances des vêtements de travail qui seront dédiés aux tâches où les opérateurs et les travailleurs peuvent être exposés aux produits phytopharmaceutiques. Les différentes parties prenantes participent à ces travaux.

³⁷ Les études d'expologie dans le contexte de l'autorisation de mise sur le marché suivent des documents guides tels que :

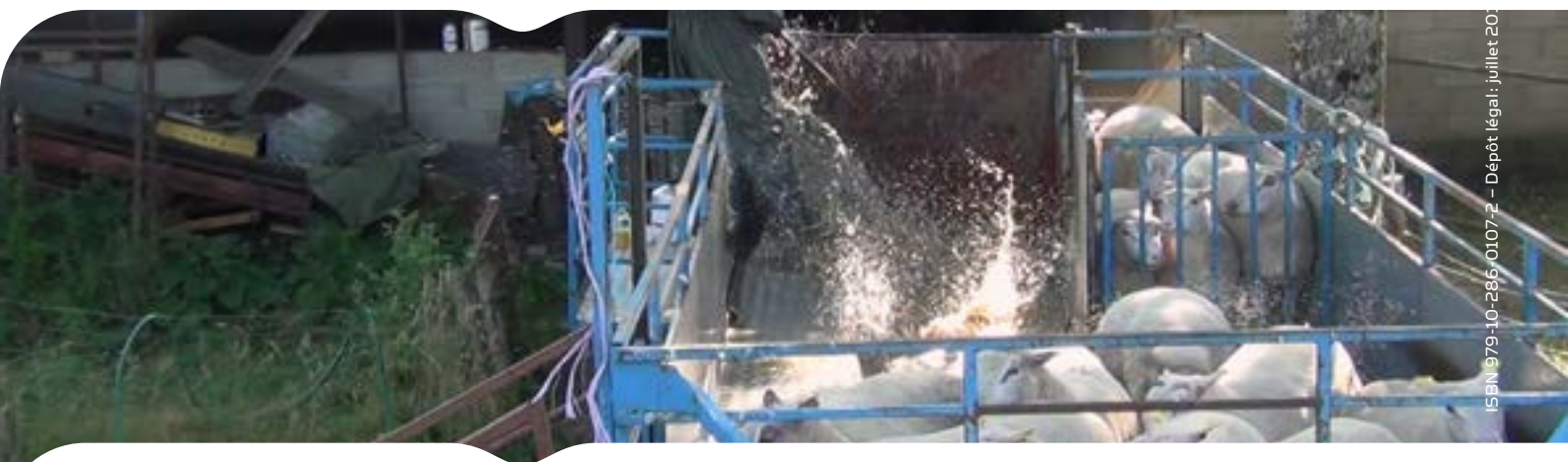
- OECD Principles of Good Laboratory Practice Regulation (EC) no 1107/2009
- OECD/GD(97)148 Guidance Document on the conduct of studies of occupational exposure to pesticides during agricultural application. Series on Testing and Assessment No. 9

Dans l'auto-saisine 2011-SA-0216 de l'ANSES, il est montré que les agriculteurs privilégient le port de vêtement de travail pour leur confort ; le niveau de confort diminue en fonction de l'augmentation de la protection. La recommandation du port d'un tablier sur le vêtement de travail lors de la préparation de la bouillie et le nettoyage du matériel est lié au fait que les agriculteurs souhaitent enlever rapidement leur EPI (dans ce cas le tablier) pour la réalisation de traitement lorsqu'ils utilisent une cabine fermée. Les nouvelles recommandations prennent en compte ces pratiques réelles des agriculteurs afin qu'elles soient suivies par les utilisateurs de produits phytopharmaceutiques. »

Signé : 12/06/2016

S. Grimbuhler et G. Milhaud

Notes



Agence nationale de sécurité sanitaire
de l'alimentation, de l'environnement et du travail
14 rue Pierre et Marie Curie
94701 Maisons-Alfort Cedex
www.anses.fr / [@Anses_fr](https://twitter.com/Anses_fr)

2016 - Créations photographiques, Fotolia

© Anses Éditions : juillet 2016 - Date de publication : juillet 2016

ISBN 979-10-286-0107-2 - Dépôt légal : juillet 2016