



HAL
open science

Construction de scénarios d'évolutions des territoires agricoles intégrant les dynamiques locales

Florent Levavasseur, Philippe Martin

► **To cite this version:**

Florent Levavasseur, Philippe Martin. Construction de scénarios d'évolutions des territoires agricoles intégrant les dynamiques locales. [Rapport Technique] Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. 2016, 34 p. hal-01535188

HAL Id: hal-01535188

<https://hal.science/hal-01535188>

Submitted on 8 Jun 2017

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.

Rapport de projet EMADEC

Construction de scénarios d'évolutions des territoires agricoles intégrant les dynamiques locales

Février 2016

Auteurs : Levavasseur, F., Martin, P.

Contact : pmartin@agroparistech.fr

Avant-propos

La responsabilité de l'INRA et d'AgroParisTech n'est en rien engagée par le contenu de ce rapport, qui reflète uniquement le travail et les réflexions engagés par ses auteurs

Table des matières

1	Contexte	5
2	Zones d'étude : l'aire d'alimentation de captage du Vivier	6
2.1	Les captages	6
2.2	Principales caractéristiques de l'AAC	7
2.2.1	Caractéristiques générales	7
2.2.2	Pédologie	7
2.2.3	Agriculture	7
2.3	Historique de la démarche de protection des captages	8
3	Méthodes	9
3.1	La démarche Coclick'Eau	9
3.1.1	Principe	9
3.1.2	Principaux enjeux pour la mise en œuvre de la démarche	9
3.2	RPG Explorer	10
3.3	Outil d'évaluation des systèmes de culture	11
3.3.1	CRITER	11
3.3.2	SYST'N	11
3.4	Inventaire des projets de territoire	12
3.5	Modélisation de la nappe (projet porté par le BRGM)	12
4	Résultats	14
4.1	Utilisation de RPG Explorer pour le paramétrage initial de Coclick'Eau	14
4.2	Définition des pratiques culturales types	15
4.3	Utilisation des modèles d'évaluation des systèmes de culture pour renseigner la matrice Coclick'Eau	16
4.3.1	SYST'N	16
4.3.2	CRITER	16
4.4	Prise en compte des dynamiques territoriales dans l'élaboration des scénarios CCE	18
4.5	Déroulement de la démarche	19
4.6	Aperçu des résultats	20
4.7	Points de vigilance et de blocage identifiés	21
4.8	Synergie avec le projet du BRGM	22
4.8.1	Comparaison des bilans d'azote	22
4.8.2	Test des scénarios élaborés avec Coclick'Eau dans BICHE-MARTHE	23

5	Conclusion	25
Annexe 1.	Critères et modalités retenus pour élaborer la structure de la matrice Coclick'Eau	26
Annexe 2.	Critères retenus pour décrire les pratiques permettant de calculer les indicateurs de la matrice CCE dans CRITER.....	29
Annexe 3.	Aperçu du scénario de territoire retenu à l'issue du travail de concertation	31
Annexe 4.	Actions proposées pour mettre en œuvre le scénario retenu.....	33

Table des figures

Figure 1 :	Evolution des concentrations en nitrates des 3 captages	6
Figure 2 :	Localisation et occupation du sol de l'AAC du Vivier	7

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Captages de l'AAC du Vivier.....	6
Tableau 2 :	Structure générique de la matrice Coclick'Eau.....	9
Tableau 3 :	Extrait de l'assolement initial du territoire défini avec l'aide de RPG Explorer	14
Tableau 4 :	Type d'évaluation des systèmes de culture demandée par les acteurs et indicateurs CRITER correspondant.....	16
Tableau 5 :	Principaux points de blocage et de vigilance identifiés et solutions mises en œuvre	21

1 Contexte

Afin de lutter contre les pollutions diffuses, les collectivités locales mettent en place **des démarches de protection des aires d'alimentation de captage**, qui s'articulent en trois étapes successives :

- la délimitation de l'aire d'alimentation de captage (AAC), c'est-à-dire la surface sur laquelle l'eau qui s'infiltré ou ruisselle alimente le captage,
- l'identification des pressions polluantes qui s'exercent sur l'AAC,
- la construction d'un plan d'action visant à réduire les pressions polluantes sur l'AAC.

Une partie importante de ces AAC concerne des territoires agricoles. L'identification des pressions comme la construction d'un plan d'actions doivent alors intégrer les problématiques et enjeux propres à ces territoires agricoles. Les collectivités qui ont la maîtrise d'ouvrage pour ces opérations sont parfois démunies pour établir un diagnostic correct de l'impact des pratiques agricoles actuelles, ainsi que pour proposer des solutions adaptées au contexte local.

Depuis quelques années, l'INRA travaille au développement de **différentes méthodes permettant d'affiner tant le diagnostic que les propositions de solutions**. Ces différentes solutions ont été développées sur des sites et par des équipes distincts de manière expérimentale. Le projet EMADEC, financé par l'ONEMA vise à améliorer ces méthodes et à les mettre en œuvre de manière coordonnée sur différentes AAC à la demande des collectivités concernées.

L'unité SAD APT de l'INRA a développé un outil (RPG Explorer) qui facilite l'utilisation des données du Registre Parcellaire Graphique ou RPG (détermination de successions de cultures...). L'unité Agronomie Grignon participe au développement d'outils d'évaluation des pratiques agricoles : CRITER pour une évaluation multi-critère des systèmes de culture et l'outil SYST'N qui permet d'estimer les fuites de nitrates en fonction des pratiques mises en œuvre à l'échelle de la succession de cultures. L'INRA agronomie est aussi porteur d'une méthode d'aide à la conception de programme d'action au niveau des AAC (Coclick'Eau).

Un des objectifs du projet EMADEC est ainsi de construire différents scénarios d'évolution du territoire et leurs conséquences associées, mobilisant en synergie les différents outils disponibles. La démarche proposée vise notamment à :

- 1) **Mettre en œuvre in situ les outils informatiques RPG Explorer et d'évaluation des systèmes de culture** (CRITER, SYSTN) afin de disposer des assolements de successions de cultures spatialisés et d'indicateurs agronomiques, environnementaux et socio-économiques de ces successions en fonction des milieux et des pratiques mises en œuvre,
- 2) **Construire avec les acteurs locaux différents scénarios d'évolution des territoires agricoles et de leurs conséquences sur la qualité des eaux, en s'appuyant sur la méthode Coclick'Eau.**
- 3) **Formaliser les synergies entre les différents outils disponibles** : d'une part analyser dans quelle mesure les sorties de RPG Explorer peuvent constituer des entrées intéressantes des modèles d'évaluation (CRITER, SYST'N) et de Coclick'Eau ; d'autre part analyser les possibilités de faire des sorties de CRITER/SYST'N des indicateurs permettant d'évaluer les scénarios proposés avec Coclick'Eau. En complément, les synergies possibles entre les méthodes mises en œuvre et un modèle de dynamique de nappe mis en œuvre par le BRGM seront également étudiées.

L'objectif de ce document est de présenter les principaux apports de la démarche mis en œuvre sur l'AAC du Vivier pour répondre aux objectifs indiqués ci-dessus.

2 Zones d'étude : l'aire d'alimentation de captage du Vivier

L'aire d'alimentation du Vivier, située dans le département des Deux-Sèvres, a servi de terrain test pour la mise en œuvre de la démarche proposée dans le cadre d'EMADEC.

2.1 Les captages

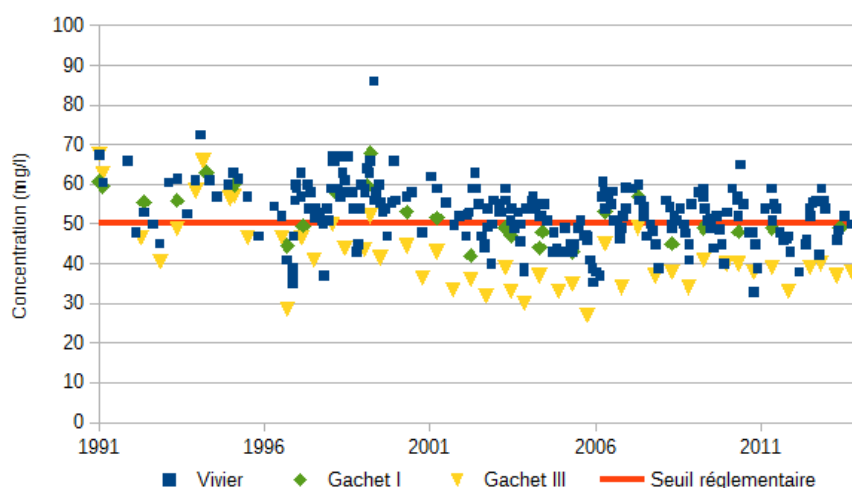
L'AAC du Vivier s'applique à 3 captages, situés à proximité de la ville de Niort. Ces captages sont exploités par le Syndicat des Eaux du Vivier (SEV). Ils alimentent la ville de Niort ainsi que plusieurs communes voisines, ce qui représentait en 2007 100 000 habitants desservis pour un volume prélevé de 7 millions de m³ (source : rapport de diagnostic, SCE, 2009).

Ces captages correspondent soit à des résurgences karstiques naturelles, soit à des forages qui recoupent une ou plusieurs cavités karstiques. Ces captages sont donc globalement sujets à des circulations d'eau rapides.

Tableau 1 : Captages de l'AAC du Vivier

Code BBS	Nom	Type
06107X0024/SOURCE	Vivier	Résurgence naturelle
06107X0038/F	Gachet I	Forage à 20 m
06107X0039/F	Gachet III	Forage à 20 m

La qualité de l'eau au niveau des captages est principalement dégradée par les nitrates, qui dépassent régulièrement le seuil réglementaire de 50 mg/l sur la source du Vivier. On observe cependant une tendance à la baisse de ces concentrations ces dernières années. Des problèmes de qualité relatifs aux pesticides existent également, mais les dépassements des seuils réglementaires restent peu nombreux. Les principales molécules retrouvées sont l'AMPA (résidu du glyphosate), l'atrazine et ses résidus.



Source des données : ADES

Figure 1 : Evolution des concentrations en nitrates des 3 captages

2.2 Principales caractéristiques de l'AAC

2.2.1 Caractéristiques générales

Source : rapport de diagnostic, SCE, 2009.

L'aire d'alimentation du Vivier correspond au bassin versant du Lambon ainsi qu'au nord du bassin versant de la Guirande. Il représente une surface de 16 150 ha.

L'altitude varie de 12 m au niveau de la Sèvre (à l'ouest) à 188 m à l'est. Le relief est globalement plus marqué au niveau de la vallée du Lambon et plus particulièrement à l'est.

L'occupation du sol de l'AAC du Vivier est majoritairement agricole avec environ trois quarts des surfaces. Le reste de l'AAC est principalement occupé par des zones urbaines, à l'ouest avec la ville de Niort mais également avec plusieurs bourgs et hameaux répartis sur toute l'AAC.

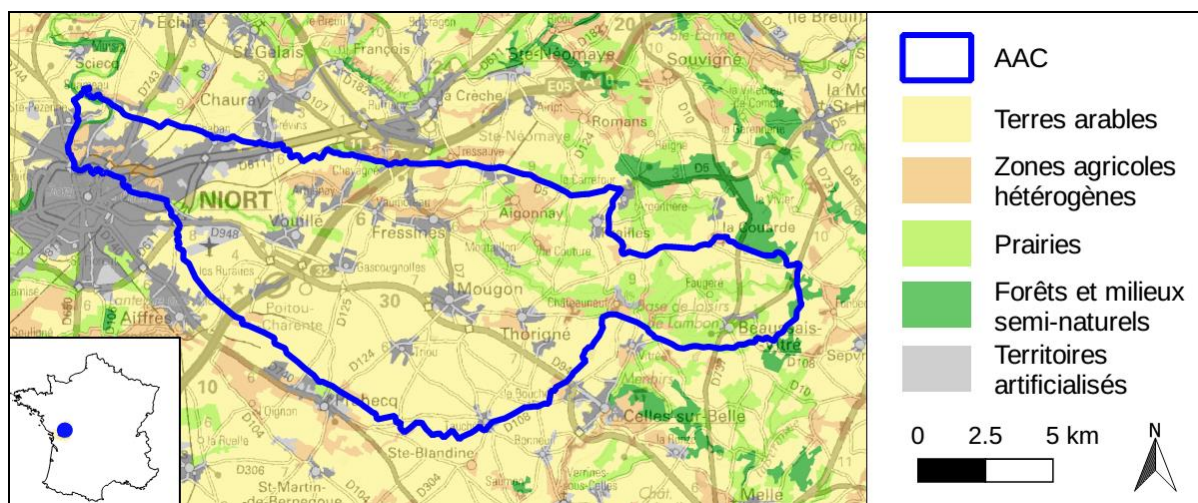


Figure 2 : Localisation et occupation du sol de l'AAC du Vivier

2.2.2 Pédologie

Source : Livret simplifié de la carte des pédopaysages des Deux-Sèvres. Chambre d'agriculture Poitou-Charentes, 2012.

Les sols sur calcaire dur et marne jurassiques s'étendent sur la majeure partie de l'ouest de l'AAC (plaine de Niort). Ils sont généralement caillouteux, peu profonds, de couleur rouge et calcaires. Ils ne sont pas hydromorphes à part quelques mouillères, mais parfois très séchants. Dans l'est de l'AAC (pays Mellois), les calcaires sont recouverts par des argiles rouges (terres rouges à châtaigniers) profondes et acides, bien qu'issues du démantèlement de ces calcaires. Ces terres rouges sont recouvertes sur plateau par des limons de couleur acajou. Enfin, en vallées dominent des sols profonds, argileux, à l'hydromorphie assez marquée.

2.2.3 Agriculture

Source : site Internet de la chambre d'agriculture des Deux-Sèvres

Du point de vue agricole, l'AAC fait principalement partie des petites régions agricoles « Plaine de Niort » à l'ouest et « Plateau Mellois » à l'est.

Les « Terres de groies » qui recouvrent la plaine de Niort se prêtent particulièrement bien aux cultures céréalières et à l'élevage des vaches laitières. La production de céréales est associée à la

production d'oléagineux (colza, tournesol). En dehors des vaches laitières, l'élevage y est peu développé.

Dans le plateau Mellois, les terres sont difficiles à drainer et souvent battantes. Elles présentent par contre une bonne réserve utile en eau souvent supérieure à 80 mm. La culture du maïs grain en partie irriguée domine avec les céréales à paille. On y rencontre une forte densité d'élevages laitiers tant bovins que caprins.

2.3 Historique de la démarche de protection des captages

La démarche de protection des captages du Vivier est engagée depuis plusieurs années. La mise en œuvre de périmètre de protection a débuté en 1995 pour s'achever en 2007. Ces périmètres visent à protéger l'AAC contre les pollutions ponctuelles. En parallèle, une démarche de protection contre les pollutions diffuses a été mise en œuvre via le programme régional Re-Sources. C'est dans ce cadre qu'a été défini l'AAC du Vivier. Un premier diagnostic de l'AAC a été réalisé en 2009 pour aboutir à la définition d'un plan d'actions mis en œuvre entre 2010 et 2014.

L'année 2015 constitue une année de transition. Le premier programme d'actions arrive à son terme et un nouveau programme d'actions doit être défini pour la période 2016-2020. Le SEV, gestionnaire de la ressource, a souhaité engager cette phase de définition du nouveau programme d'actions en concertation avec les acteurs du territoire. A ce titre, l'association Ifrée, spécialisée en accompagnement de projet de territoire, a animé trois groupes de travail, dont un était chargé de réfléchir à la question suivante :

« Nitrates, produits phytosanitaires : comment faire mieux sur le territoire du Vivier ? MAE, et contraintes réglementaires ont des limites. Quelles nouvelles idées, quelles nouvelles pratiques ? Quelles solutions, à la fois respectueuses des ressources en eau et économiquement rentable, sont-elles possibles ? Quels débouchés à ces nouvelles pratiques ? Quels appuis pour que les agriculteurs réussissent sereinement l'évolution de leurs systèmes ? De quels dispositifs de conseil, d'accompagnement ont besoin les agriculteurs ? »

Dans le cadre de cette concertation avec les acteurs du territoire, il a été proposé de mettre en œuvre la démarche du projet EMADEC afin d'aider les acteurs à réfléchir aux questions posées. Cette réflexion doit pouvoir servir de base à l'élaboration du nouveau plan d'actions.

3 Méthodes

3.1 La démarche Coclick'Eau

3.1.1 Principe

Source : Note sur Coclick'Eau. Guichard L., Prigent C.

Coclick'Eau est une démarche collective de construction de scénarios prospectifs à l'échelle d'Aires d'Alimentation de Captages pour appuyer l'élaboration de plans d'actions en vue d'améliorer la qualité de l'eau.

La démarche repose tout d'abord sur l'élaboration d'une matrice technique, qui décrit les performances des « **façons de cultiver** », correspondant à une combinaison milieu (sols...) X cultures X mode de conduite (Tableau 2). La typologie de milieux, cultures et modes de conduite doit être discutée au préalable avec les acteurs du territoire. Les performances de ces façons de cultiver sont évaluées via un ensemble d'indicateurs économiques, techniques, environnementaux. Une fois ces briques élémentaires définies, elles pourront être mobilisées dans la construction de scénarios de territoire.

Tableau 2 : Structure générique de la matrice Coclick'Eau

Milieu	Culture	Mode de conduite	Indicateur 1	...	Indicateur n
Milieu 1	Culture 1	Mode 1	...	...	...
Milieu 1	Culture 1	...	...	...	...
Milieu 1	Culture 1	Mode m	...	...	...
Milieu 1	Culture 2	Mode 1	...	...	...
...

A côté de la définition de la matrice technique, les acteurs sont invités à exprimer leurs contraintes et objectifs, qui peuvent correspondre par exemple au maintien d'une production sur le territoire, au maintien de la marge des agriculteurs, ou à un objectif de diminution de l'usage des phytosanitaires.

Finalement, un simulateur reposant sur un algorithme d'optimisation propose des scénarios de territoire agençant les différentes briques élémentaires de la matrice technique qui permettent de répondre aux contraintes et objectifs exprimés.

Plus d'informations sur la démarche (guide méthodologique, guide utilisateur, plaquette, charte) sur <http://coclickeau.webistem.com>.

3.1.2 Principaux enjeux pour la mise en œuvre de la démarche

La matrice technique est à la base des simulations Coclick'Eau. La définition de cette matrice technique repose sur une **expertise locale** : ce sont les acteurs agricoles locaux qui doivent définir les façons de cultiver du territoire qu'ils souhaiteraient développer ou envisager.

Coclick'eau nécessite de **définir l'état initial du territoire**, c'est-à-dire l'agencement des briques élémentaires définies dans la matrice correspondant à la situation actuelle. Un des objectifs du projet EMADEC était de voir dans quelle mesure l'outil **RPG Explorer** (paragraphe 3.2) peut faciliter cette initialisation (sur le volet assolement).

Le passage de la description des façons de cultiver aux **indicateurs de la matrice technique** peut être une étape délicate (quels modèles / indicateurs utiliser, avec quelles données, pour quel résultat, etc. ?). Le projet EMADEC visait donc à vérifier la possibilité d'utiliser un **modèle d'évaluation multicritère** existant (CRITER, paragraphe 3.3.1) ainsi qu'un **simulateur des flux d'azote** (SYSTN, paragraphe 3.3.2) pour le calcul de ces indicateurs.

La définition de scénarios cohérents impliquent de bien prendre en compte **les dynamiques locales** afin d'obtenir l'adhésion des acteurs du territoire. Se pose donc la question de l'identification de ces dynamiques locales. Dans le cadre du projet EMADEC, on s'est appuyé sur des travaux existants (cf. paragraphe 3.4).

Coclick'Eau n'intègre pas de modèles de transfert des flux polluants à l'échelle d'une AAC, mais seulement une évaluation de la pression polluante par brique élémentaire sur l'AAC. Un projet de **modélisation la nappe** (eau et nitrates) étant mené en parallèle par le **BRGM** sur l'AAC d'application du projet EMADEC (cf. paragraphe 3.5), la possibilité de chaîner les modèles Coclick'Eau et du BRGM a été envisagée.

3.2 RPG Explorer

Source : RPG Explorer version 1.8.37. Notice d'utilisation

Le RPG est un système d'information géographique qui permet l'identification des parcelles agricoles et des cultures qui y sont assolées. Le RPG donne aussi des informations sur les exploitations agricoles concernées. Ces informations sont disponibles sur la France entière, de manière exhaustive sur les surfaces déclarées à la PAC, soit la quasi-totalité des surfaces en herbe et cultivées, à l'exception des cultures pérennes et des cultures maraîchères pour lesquelles les informations sont plus fragmentaires. De fait, le RPG constitue une mine d'informations très importante qui permet potentiellement de répondre à toute une série de questions, notamment sur les cultures, les successions de culture et les territoires d'exploitation d'un territoire donné. L'évolution de ces différents éléments peut aussi être évaluée du fait que le RPG est mis à jour annuellement.

La difficulté est que le RPG est une base de données qui n'a pas été conçue pour répondre à toutes ces questions. Son but étant uniquement d'assurer un contrôle des surfaces éligibles aux aides PAC en accord avec la réglementation européenne. Les informations qui permettent de répondre aux questions sont pourtant bien présentes mais difficiles à exploiter ce qui fait que très souvent elles ne sont pas mobilisées ailleurs que dans les équipes de recherche. Consciente de ce problème, une petite équipe de chercheurs a choisi de développer un outil gratuit baptisé **RPG Explorer qui permet de rendre plus accessible le traitement des données du RPG**. Une notice complète a été réalisée et documente son utilisation¹.

Dans le cadre du projet EMADEC, il s'agissait de vérifier **dans quelle mesure RPG Explorer pouvait être utilisé pour paramétrer Coclick'Eau, du point de vue de l'assolement initial** (assolement de cultures ou de successions de cultures).

¹ Lien vers la notice de RPG Explorer version 1.8.37 : <https://lc.cx/4U3v>.

3.3 Outil d'évaluation des systèmes de culture

3.3.1 CRITER

Source : fiche PLAGÉ de CRITER

CRITER est un modèle qui a pour finalité de faciliter l'évaluation multicritère et le diagnostic des performances de durabilité des systèmes de culture (échelle pluriannuelle) pour contribuer à la conception innovante et à la transition vers une meilleure contribution au développement durable de l'agriculture, dans le domaine des cultures assolées.

CRITER propose une interface de saisie unique des pratiques des systèmes de culture permettant de sortir les valeurs prises par plusieurs dizaines de critères (économiques, sociaux, environnementaux). La notice de CRITER renseigne sur les différents indicateurs présents dans l'outil.

Parmi les indicateurs calculés par CRITER, figure un certain nombre d'indicateurs pour évaluer l'usage des engrais azotés, la pression azotée et le risque de lixiviation de nitrates :

- la dose totale d'azote,
- la **surfertilisation** (excédent par rapport à la dose recommandée pour obtenir le rendement objectif, divisée par deux pour considérer une consommation de luxe de la culture),
- le **reliquat début drainage** (appelé bilan inter-culture, calculé en tenant compte de la surfertilisation, du reliquat incompressible, de la minéralisation du sol et des résidus, des apports organiques et minéraux et de l'absorption par le couvert suivant, culture ou interculture),
- la **quantité d'azote lixiviée** et la **concentration de la lame drainante**, en appliquant un coefficient de lessivage (modèle de Burns) et une dilution moyenne de l'azote dans la lame drainante.

Ces indicateurs « azote » présentent l'intérêt d'être assez simples et robustes. Néanmoins, ils ne représentent pas précisément la dynamique de l'azote dans le système sol-plante-atmosphère et négligent certains effets (arrière effet de la matière organique par exemple).

Dans le cadre du projet EMADEC, l'objectif est de tester **dans quelle mesure CRITER peut servir à calculer les indicateurs qui sont identifiés dans la matrice Coclick'Eau.**

3.3.2 SYST'N

Source : Parnaudeau V., Reau R., Dubrulle P., 2012. Un outil d'évaluation des fuites d'azote vers l'environnement à l'échelle du système de culture: le logiciel Syst'N. Innovations Agronomiques 21, 59-70.

SYST'N est un outil dédié au diagnostic des pertes d'azote dans les systèmes de culture. Son objectif est de contribuer au diagnostic et à l'évaluation des pertes d'azote en prenant en compte les conséquences des successions des cultures et des techniques culturales à effet direct ou indirect, à court et plus long terme, sur la dynamique de l'azote. L'outil Syst'N est constitué d'un simulateur basé sur un modèle des flux d'azote dans le système sol-plante-atmosphère et d'une base de données permettant de capitaliser et de consulter les résultats disponibles en matières de pertes d'azote issues de simulations ou d'expérimentations virtuelles, comme d'expérimentations réelles avec mesures au champ.

Le simulateur est ainsi basé sur un modèle dynamique de simulation des flux d'azote dans le système sol-plante-atmosphère (Figure 3), fonctionnant à un pas de temps journalier (pour pouvoir simuler la volatilisation notamment), et permettant l'enchaînement de plusieurs années culturales. Il calcule les flux d'azote dans le sol et en direction des compartiments eau et air, à partir des données d'entrée décrivant le climat, le sol et le système de culture.

Le modèle intègre des modules existants issus de AZOFERT (Machet et al., 2004) pour la minéralisation de la matière organique et des résidus de récolte, AZODYN (Jeuffroy et al., 1999) pour l'absorption d'azote par les cultures, et STICS (Brisson et al., 1998) pour le bilan hydrique et la lixiviation des nitrates. Il reprend également le modèle NOE (Hénault et al., 2005) pour simuler les pertes de N₂O par dénitrification, ainsi que des concepts du modèle Volt'air (Génermont et al., 1997).

Finalement, SYST'N permet une meilleure représentation des flux d'azote dans le système sol-plante-atmosphère que les modèles basés sur de simples bilans. Cette meilleure prise en compte des processus implique cependant une plus grande sensibilité du modèle aux conditions locales qui doivent être prises en compte dans le paramétrage du modèle.

Dans le cadre du projet EMADEC, l'objectif était d'étudier **la possibilité d'utiliser SYSTN pour renseigner les indicateurs « azote » de la matrice Coclick'Eau.**

3.4 Inventaire des projets de territoire

Afin de définir des scénarios de territoire pertinents, il est nécessaire de prendre en compte les dynamiques locales qui affectent l'agriculture. La démarche Coclick'Eau est par construction une démarche participative, qui associe les acteurs du territoire. Les dynamiques en cours doivent donc être précisées par ces acteurs pour qu'elles soient considérées dans le simulateur.

En addition aux connaissances des acteurs associés, la démarche mise en œuvre sur le Vivier s'est appuyée sur des travaux précédents² qui identifiaient certaines de ces dynamiques.

3.5 Modélisation de la nappe (projet porté par le BRGM)

Source : M. Chatelier, N. Sürdyk, F. Bichot, 2015. Modélisation des flux d'azote du sol vers les nappes et les rivières sur l'AAC des sources du Vivier. Présentation lors du Séminaire sur l'utilisation des données spatiales pour la gestion des AAC organisé par la FNCCR.

En parallèle au projet EMADEC, le **BRGM Poitou-Charentes mène un projet de recherche et développement qui vise à modéliser les flux d'azote du sol vers les nappes et les rivières sur l'AAC des sources du Vivier.** L'objectif du modèle vise notamment à évaluer l'impact de changements sur la quantité et la qualité des eaux souterraines. Les changements considérés peuvent correspondre à des changements de pratiques agricoles, de climat et de prélèvements dans la nappe, ainsi qu'à des pollutions ponctuelles.

Le modèle hydrodynamique régional MARTHE (Domez et al., 2011) établi pour des mailles de 1km de côté est décliné à l'échelle locale (calage sur la base de données locales) avec des mailles de 250 m.

² Jourdin, A., Kerisit, K., 2014. Évolution des territoires agricoles sous l'action des acteurs locaux : Diversité des projets de territoire, de leur mise en œuvre et conséquences sur la Plaine de Niort. Projet d'ingénieur 3A, spécialité IDEA.

Bourhis, C., Dusart, L., François, A., Guillard, M., Macle, A., Ragueneau, C., Strutzmann, T., WILMS, J., 2014. Déprise laitière en Poitou-Charentes. Etat des lieux et pistes sud des Deux-Sèvres. Projet d'ingénieur

Construction de scénarios d'évolutions des territoires agricoles intégrant les dynamiques locales

Afin de pouvoir considérer les transferts de nitrates, le modèle BICHE (Thiéry D., 1990) est couplé au modèle MARTHE.

Le formalisme de BICHE est globalement assez simple, en comparaison de modèles dédiés (tel SYST'N) et d'indicateurs dédiés (indicateurs Indigo mobilisés dans CRITER). Une différence fondamentale réside dans le fait que les bilans azotés calculés dans le modèle BICHE sont moyennés à l'échelle d'une maille (correspondant à plusieurs centaines d'hectares) : l'ensemble des sorties de la maille sont soustraites à l'ensemble des entrées.

Dans le cadre du projet EMADEC, les synergies possibles avec le projet du BRGM devaient être étudiées, notamment :

- vérifier dans quelle mesure les sorties des modèles BICHE et des indicateurs / modèles azote mis en œuvre dans EMADEC sont cohérentes,
- envisager dans quelle mesure l'effet sur le captage des scénarios d'évolution du territoire définis avec Coclick'Eau pourrait être testé avec le modèle hydrogéologique du BRGM.

4 Résultats

4.1 Utilisation de RPG Explorer pour le paramétrage initial de Coclick'Eau

Coclick'Eau nécessite la définition des proportions de cultures par milieu (assolement). Cette définition d'assolements spatialisés par milieu peut être délicate. L'apport de RPG Explorer à ce niveau est majeur. En effet, une fois les milieux spatialisés, il est très simple de définir ces assolements par milieu avec RPG Explorer³.

Au-delà du simple assolement de cultures, des assolements de successions culturelles peuvent être intégrés dans Coclick'Eau, c'est-à-dire que les pratiques culturelles ne seront plus définies pour une culture donnée mais pour une culture suivant son précédent ou directement pour une succession. Cette prise en compte des successions peut ainsi permettre de mieux simuler la dynamique de l'azote pendant l'interculture, l'effet précédent des cultures (en termes d'azote), ou plus globalement l'impact des rotations sur la qualité sanitaire des cultures, etc. L'apport de RPG Explorer dans le cas de la prise en compte des successions est encore plus déterminant, définir des assolements de successions spatialisés étant encore plus délicats.

Dans le cas du Vivier, **RPG Explorer a été utilisé pour définir les successions de cultures de deux ans. Ces successions ont été regroupées selon la capacité d'absorption d'azote du suivant, avant que les nitrates ne soient lixiviés** : forte (colza, prairie implantée en fin d'été), faible (céréales d'hiver) ou CIPAN. Ces regroupements avaient pour objectif de mieux simuler la dynamique de l'azote à l'interculture. Finalement, un seul type de suivant a été considéré pour la majorité des cultures, au vu de la prépondérance d'un type telle que révélées par l'utilisation de RPG Explorer (par exemple, pour le colza et le tournesol suivis d'une céréale dans plus de 90 % des cas) (Tableau 3).

Tableau 3 : Extrait de l'assolement initial du territoire défini avec l'aide de RPG Explorer

Culture	Assolement (%)			
	Groie superficielle	Groies profondes	Terres rouges	Vallées
Blé tendre – céréales	10,4 %	10,9 %	5,2 %	1,9 %
Blé tendre - colza ou prairie	12,7 %	12,9 %	10,5 %	3,5 %
Blé tendre – culture de printemps	19,7 %	18,4 %	19,2 %	5,3%
Colza – céréales	9,5 %	12,9 %	9,6 %	3,2 %
Tournesol - céréales	16,8 %	13,1 %	16,7 %	5,2 %

Des successions plus longues n'ont pas été considérées dans la démarche CCE sur le Vivier pour plusieurs raisons :

- le nombre maximum de cultures (ou successions) que CCE peut prendre en compte (30). Il n'a ainsi pas été jugé possible de décrire correctement l'ensemble du territoire avec 30 successions qui intégreraient la diversité des successions des cultures majoritaires (blé, colza...) mais également celles intégrant les cultures minoritaires (lentilles...),
- la faible variabilité a priori des pratiques d'une culture donnée en fonction de la succession (hormis la prise en compte ou non de l'apport d'azote du précédent qui a été négligé).

³ Levavasseur, F., Martin, P., 2015. Analyse du Registre Parcellaire Graphique avec RPG Explorer. Exemples d'application sur des Aires d'Alimentation de Captage. Rapport de projet EMADEC.

Une des limites principales à l'utilisation de RPG Explorer est la typologie de cultures du RPG. En effet, certaines cultures sont regroupées dans des groupes cultures. Ainsi, sur l'AAC du Vivier, il a été impossible de distinguer les successions intégrant du maïs grain de celles avec maïs ensilage, ou bien encore les différents types de prairies temporaires (luzerne, ray-grass, mélange graminée-légumineuses...). **Cette lacune a été en partie comblée en faisant appel à l'expertise locale** pour affiner les assolements fournis par Explorer.

Finalement, pour chaque culture et son(s) suivant(s), chaque milieu et chaque mode de conduite, les pratiques culturelles types ont été définies (cf. paragraphe 4.5).

4.2 Définition des pratiques culturelles types

Au-delà de la définition des successions de cultures par milieu et avant de définir les indicateurs de la matrice Coclick'Eau, il est nécessaire de **définir les pratiques culturelles types pour chaque culture / succession de culture**. Dans le cadre de la démarche Coclick'Eau, cette étape doit normalement être conduite par les experts agricoles locaux (conseillers de chambre d'agriculture, de coopératives...), sur la base de données de diagnostics existants. Lors de la mise en œuvre sur le Vivier, il est apparu un double problème :

- le manque de disponibilité des experts locaux pour prendre en charge cette définition des pratiques culturelles types,
- le manque de données de diagnostics suffisamment précis pour appuyer la définition de ces pratiques culturelles.

Une solution aurait alors été de définir ces pratiques culturelles types directement avec les acteurs lors des réunions de concertation, en partant de « rien ». Cette solution a cependant été jugée impossible dans le temps imparti à la concertation et au vu de la mobilisation irrégulière des acteurs. Pour faire face à ce problème, **l'INRA et le SEV ont donc pris en charge la définition des pratiques culturelles types**. Pour chaque mode de conduite, culture et milieu retenus par les acteurs lors de la première réunion de concertation (cf. paragraphe 4.5), les pratiques culturelles types ont été construites à partir d'un ensemble de données :

- les diagnostics existants, malgré leur précision insuffisante pour être une source de données suffisante,
- des données collectées auprès des coopératives pendant le projet EMADEC par l'INRA et le SEV,
- des données bibliographiques (Ecophyto R&D...).

Ces pratiques culturelles ont ensuite été mises à discussion lors des réunions de concertation. Pour faciliter le travail, un envoi par mail au préalable a été réalisé. Lors des réunions, les acteurs travaillaient en sous-groupe et devaient traiter un ensemble de cultures, les pratiques culturelles types étant présentées sous la forme d'un poster A0 par culture. Les modifications des acteurs ont été prises en compte pour mettre à jour ces pratiques avant de les évaluer avec les modèles.

4.3 Utilisation des modèles d'évaluation des systèmes de culture pour renseigner la matrice Coclick'Eau

4.3.1 SYST'N

Comme indiqué précédemment, l'usage de SYST'N était initialement envisagé pour évaluer les pressions azotées sur l'AAC du Vivier et renseigner les indicateurs azote à intégrer dans CCE. Plusieurs freins sont cependant apparus :

- le modèle est toujours en développement,
- l'utilisation du modèle nécessite une forte expertise pédologique locale, afin de bien paramétrer les sols qui influent très fortement sur les sorties du modèle,
- certaines cultures présentes sur le Vivier et que les acteurs souhaitaient considérer n'étaient pas paramétrées dans SYSTN (lentilles par exemple),
- SYST'N ne renseignant que sur le volet azote, l'objectif d'une évaluation multi-critères telle que nécessaire dans CCE implique donc l'utilisation d'un autre modèle d'évaluation, et donc une charge de travail accrue par rapport à un travail centré sur CIITER

Au vu de ces différentes contraintes, l'utilisation de SYST'N a été abandonnée au profit des indicateurs azote de CRITER.

4.3.2 CRITER

Les acteurs ont pu exprimer au cours de la première réunion les différents modes d'évaluations des façons de cultiver qu'ils souhaiteraient voir apparaître dans les scénarios de territoire. **La majeure partie de leurs demandes a pu être rattachée à un ou plusieurs indicateurs du modèle CRITER** (Tableau 4).

Tableau 4 : Modes d'évaluation des systèmes de culture demandée par les acteurs et indicateurs CRITER correspondant

Proposition du groupe	Indicateur CRITER correspondant
Technico-économique	
Temps de traction	Contribution à l'emploi (h/ha/an), différenciée pour les modes de production conventionnelle et bio
Temps de travail	
Temps de pulvérisation	
Potentiel d'emplois	
Main d'œuvre	
Facilité de mise en œuvre des CIPAN	Non retenu car difficilement quantifiable
Favorise le maintien de l'élevage	Non retenu car difficilement quantifiable
Marge brute, nette, semi-nette sur 7 ans	Marge brute et semi-nette moyenne, différenciée pour les modes de production conventionnelle et bio
Taux d'endettement, capacité d'autofinancement	Non retenu, trop spécifique d'une exploitation donnée
Excédent brut d'exploitation	Non retenu, trop spécifique d'une exploitation donnée

Construction de scénarios d'évolutions des territoires agricoles intégrant les dynamiques locales

Proposition du groupe	Indicateur CRITER correspondant
Volume de collecte	Volume produit par culture, en conventionnel et en bio
Production de cultures à haute valeur alimentaire	Non retenu, car pas défini de façon suffisamment précise
Insertion dans les filières locales	Non retenu par manque de données
Contraintes réglementaires engendrées par le système	Non retenu, car pas défini de façon suffisamment précise
Qualité de récolte	Non retenu car difficilement prédictible avec des indicateurs et considéré par le groupe comme non spécifique aux modes de conduite définis
Bilan carbone	Consommation énergétique, par poste (intrants, mécanisation)
% de culture de printemps	% de culture de printemps *
Volume d'eau d'irrigation	Volume d'eau d'irrigation *
Azote	
Solde azoté	Surfertilisation
Reliquat début drainage	Reliquat début drainage (bilan interculture)
Besoin d'unité d'azote au quintal	Non retenu
% de légumineuses	% de légumineuses *
Phyto	
IFT herbicide et hors herbicide	IFT herbicide et hors herbicide
Nombre de traitements	Non retenus (non relié à une pression)
Quantité de substances actives	Quantité de substances actives herbicides en automne *
Toxicité des produits	Risque de toxicité pour les travailleurs
Potentiel polluant des pratiques phyto	I-Phy

* Indicateurs non calculés par CRITER (calculés à part)

Certaines évaluations ont cependant été écartées, soit parce qu'elles n'ont pas été jugées pertinentes pour évaluer une façon de cultiver de façon générique (par exemple, l'excédent brut d'exploitation trop spécifique à une exploitation donnée), soit parce que les données nécessaires étaient manquantes (part de la production valorisée localement). En addition des demandes du groupe, des indicateurs ont été rajoutés en fonction des objectifs du SEV : pertes d'azote (kg N/ha), concentration de la lame drainante (mg/l).

CRITER a donc été utilisé pour évaluer l'ensemble des façons de cultiver définis dans la démarche et alimenter la matrice CCE (cf. paragraphe 4.5). Etant donné que l'utilisation de SYST'N a été abandonnée, les indicateurs azote de CRITER (surfertilisation, reliquat début drainage, concentration de la lame drainante) ont été mobilisés. **Malgré la relative simplicité du module azote de CRITER, il a permis de tester l'effet des pratiques envisagées** (surfertilisation, date de semis de l'interculture, gestion des résidus de cultures et des repousses, date de semis de la culture...) **et de considérer la variabilité des sols** (minéralisation de la matière organique, reliquat incompressible notamment). Aucune validation des indicateurs n'a cependant pu être menée, si ce n'est leur validation par les acteurs locaux.

Au-delà du fait que les demandes des acteurs correspondaient aux potentialités de CRITER, plusieurs intérêts supplémentaires à l'utilisation CRITER pour renseigner les indicateurs de Coclick'Eau sont apparus :

- ses indicateurs simples et robustes,
- sa simplicité d'utilisation,
- le caractère assez générique des données utilisées (pratiques, des sols et du climat),
- son absence de besoin de calage.

A l'inverse, l'utilisation de CRITER pour tester des centaines de systèmes de culture (dans notre cas, seulement des couples culture-culture suivante) s'est avérée assez lourde. Le côté « presse-bouton » de l'interface ne le rend pas adapté à des simulations en grande quantité.

4.4 Prise en compte des dynamiques territoriales dans l'élaboration des scénarios CCE

Un ensemble d'éléments liés aux dynamiques en cours, soient pré-identifiées dans des études dédiées existantes (cf. paragraphe 3.4), soient précisées par les acteurs au cours de la concertation, a été considéré dans l'élaboration des scénarios CCE :

- la diminution de l'élevage sur le territoire avec une réduction des prairies associée (jugée irrémédiable et déjà amorcée par rapport aux années de référence pris pour l'assolement du territoire),
- la possibilité de souscrire des MAE systèmes qui peut faciliter la mise en œuvre de pratiques plus vertueuses (mode 4 de la matrice CCE),
- le maintien des surfaces irriguées, grâce à la mise en place de réserves de substitution,
- le maintien des surfaces en luzerne dans les terres de groies, du fait des MAE liées à l'outarde,
- le développement possible d'une filière locale « soja pays » sans OGM,
- le développement possible de l'agriculture biologique,
- le maintien de la SAU de l'AAC grâce à la maîtrise de l'étalement urbain de la ville de Niort.
- le développement des circuits courts (production maraîchère bio).

En complément de ces grands projets / dynamiques, l'évolution des pratiques agricoles et des productions a également été discutée avec les acteurs, ce qui constitue le cœur de la démarche Coclick'Eau. Par exemple, l'abandon du mode de conduite 1 (le plus « intensif ») au profit de modes plus vertueux a été proposé par les acteurs, ainsi que le maintien des surfaces en tournesol en raison de l'intérêt environnemental de la culture (faibles intrants), alors que ces surfaces ont tendance à s'éroder.

La prise en compte de ces dynamiques dans les scénarios CCE a permis une meilleure adhésion des acteurs à la démarche.

4.5 Déroulement de la démarche

Le tableau suivant présente le déroulement de la démarche mise en œuvre sur le Vivier.

Etape	Calendrier	Description
Travail préalable	Juin 2015	Préparation des supports de présentation de CCE. Identification des cultures (RPG Explorer) et sols du territoire (carte pédo chambre d'agriculture).
Réunion 1	22 juin 2015	Présentation de la démarche CCE aux participants. Travail en sous-groupes sur la structure de la matrice CCE : <ul style="list-style-type: none"> - choix des cultures et sols du territoire à considérer dans CCE sur la base de l'inventaire réalisé au préalable, - identification des évaluations économiques, techniques et environnementales (sous-tendant des indicateurs) à mettre en œuvre dans CCE, - réflexion sur une typologie des modes de conduite du territoire
Travail intermédiaire	Juillet-août	Rencontre des OPA pour améliorer la structure de la matrice CCE (cultures, milieux, indicateurs, mode de conduite) et collecter des données sur les pratiques Analyse des données de pratiques des OPA Collecte et analyse de données biblio Constitution d'une ébauche de matrice des pratiques culturelles sur la base des données collectées et en fonction de la typologie de la matrice CCE
Réunion 2	14 septembre 2015	Rappel de la démarche Présentation de la structure de la matrice CCE proposée suite à la première réunion et aux rencontres avec les OPA Mise en discussion de la matrice CCE, notamment de la typologie des modes de conduite Présentation de la matrice des pratiques culturelles
Travail intermédiaire		Modification de la structure de la matrice CCE suite à la réunion 2 Poursuite de la matrice des pratiques culturelles
Réunion 3	28 septembre 2015	Travail avec tout le groupe sur les pratiques culturelles du blé (pour comprendre le mode de description des pratiques et s'accorder sur la culture principale). Travail en sous-groupe sur les pratiques des autres cultures

Etape	Calendrier	Description
Travail intermédiaire		Modification de la matrice des pratiques culturelles suite à la réunion 3 Modélisation des façons de cultiver dans CRITER Remplissage de la matrice CCE avec les indicateurs calculés Réalisation des premiers scénarios simplistes dans CCE
Réunion 4	2 novembre 2015	Présentation du principe de calcul des indicateurs sur quelques pratiques Travail sur les premiers scénarios d'évolution simplistes et identification des nouvelles contraintes à considérer dans les futurs scénarios
Travail intermédiaire		Simulation de nouveaux scénarios prenant en compte les contraintes des acteurs identifiées en réunion 4
Réunion 5	15 novembre 2015	Travail en sous-groupe sur les scénarios CCE. Proposition de contraintes supplémentaires pour affiner le scénario final.
Travail intermédiaire		Simulation du scénario final prenant en compte les propositions de la réunion 5. Proposition d'une grille de description (vierge) des actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs du scénario.
Réunion 6	4 décembre 2015	Travail en sous-groupe pour proposer des actions permettant la mise en œuvre du scénario CCE retenu

4.6 Aperçu des résultats

Ce rapport a une visée méthodologique (présentation de la démarche mise en œuvre). Ainsi, seuls les principaux résultats sont reproduits ici en guise d'exemple d'application de la démarche :

- critères et modalités retenus pour élaborer la structure de la matrice CCE en Annexe 1,
- critères retenus pour décrire les pratiques en Annexe 2,
- aperçu du scénario de territoire retenu à l'issue du travail de concertation en Annexe 3,
- actions proposées pour mettre en œuvre le scénario retenu en Annexe 4.

4.7 Points de vigilance et de blocage identifiés

Le tableau suivant présente les principaux points de blocage rencontrés ainsi que les points de vigilance à avoir lors de la mise en œuvre de la démarche proposée. Plus globalement, trois points semblent primordiaux :

- la possibilité d'un dialogue avec les acteurs locaux sur la situation agro-environnementale actuelle du territoire et les évolutions envisageables,
- l'implication des acteurs locaux, notamment des agriculteurs et experts agricoles locaux pour proposer les pratiques types du secteur,
- la disponibilité d'une ou de plusieurs personnes compétentes pour formaliser les pratiques types, les modéliser pour obtenir les indicateurs de la matrice Coclick'Eau et simuler les scénarios de territoire dans Coclick'Eau.

Tableau 5 : Principaux points de blocage et de vigilance identifiés et solutions mises en œuvre

Points de blocage / vigilance	Solutions mises en œuvre
Contraintes organisationnelles	
Manque de soutien et d'implication d'experts agricoles locaux qui aurait pris à leur charge la définition des pratiques culturelles types du secteur.	Implication supplémentaire de l'INRA et du SEV pour proposer des pratiques types à partir des données existantes. Pratiques types ensuite mises en discussion lors des réunions de concertation
Manque de données précises pour établir une première ébauche des pratiques types par culture	Demande de données aux OPA après leur avoir bien expliqué la démarche lors de rencontres individuelles Les données récoltées ont toutefois dû être complétées par des données bibliographiques pour définir les pratiques types (expertise EcoPhyto R&D...)
Manque d'implication des acteurs (peu de commentaires sur les pratiques culturelles définies par l'INRA et le SEV, participation aux réunions irrégulière)	Relance régulière du SEV entre les réunions. Animation par l'association en charge de la concertation (Ifrée) Travail en sous-groupe sur des supports de travail construits pour faciliter les échanges (grand poster des pratiques culturelles par culture, fiche synthétique par scénario de territoire...) La participation est tout de même restée irrégulière.

Points de blocage / vigilance	Solutions mises en œuvre
Discussion parfois difficile sur des sujets sensibles (équilibre de la fertilisation, rendements objectifs adaptés aux potentiels...)	Animation par l'association en charge de la concertation (Ifrée) Le compromis trouvé peut cependant ne pas avoir contenté toute les parties.
Calendrier imposé par la démarche de concertation trop contraignant (réunion toutes les 2 semaines)	Pic de travail absorbé par une implication supplémentaire de l'INRA et du SEV
Contraintes techniques	
Lourdeur de modélisation de nombreuses façons de cultiver avec CRITER, dans un temps restreint	Assurer une bonne organisation du travail Ce point reste toutefois fortement consommateur en temps.
Difficultés pour définir le scénario actuel CCE du fait des contraintes techniques de l'outil CCE (impossible de définir du bio dans le scénario actuel, d'ajuster les proportions de mode de conduite par milieu ou culture, etc.)	Définition du scénario actuel en dehors de l'outil (répartition des proportions de modes de conduite par culture, définies manuellement)
Difficultés pour définir le scénario actuel du fait du manque de données de diagnostics	Répartition des modes de conduite du scénario actuel basé sur une analyse de la répartition des IFT (pression phyto) d'un échantillon d'agriculteurs enquêtés, sans prise en compte des pratiques de la diversité des pratiques de fertilisation.
Lourdeur de paramétrage des scénarios CCE	Pas de solution trouvée.

4.8 Synergie avec le projet du BRGM

4.8.1 Comparaison des bilans d'azote

Le modèle BICHE utilisé par le BRGM dans la modélisation des nitrates sur l'AAC calcule des bilans d'azote, au même titre que CRITER. Une comparaison des deux modèles pour vérifier que les bilans soient dans le même ordre de grandeur pourrait donc être envisagée. Plusieurs éléments rendent difficiles cette comparaison :

- **Différence d'échelle spatiale** : les bilans dans BICHE sont calculés pour une maille BICHE, qui correspond à l'emprise d'un type de sol sur l'AAC, soit plusieurs milliers d'hectares. A l'inverse, les bilans sont calculés à la parcelle dans CRITER. On pourrait cependant faire une moyenne des résultats de CRITER sur une maille BICHE, pondérés en fonction de l'assolement de la maille.
- **Différence de représentation des processus** : les apports, besoins et pertes sont agrégés pour l'ensemble des cultures d'une maille BICHE. Par exemple, les apports d'engrais des

surfaces en blé, en colza, etc. sont sommés sur une maille, puis les besoins du blé, du colza, etc.) y sont soustraits. Les besoins d'une culture peuvent donc compenser les apports excédentaires réalisés sur une autre culture. A l'inverse, dans CRITER, les bilans sont calculés à la parcelle, pour une culture (succession de culture) donnée.

- **Différence de références climatiques** : des chroniques pluri-annuelles sur des mailles SAFRAN sont utilisés dans la modélisation BRGM qui cherche à reproduire les chroniques pluri-annuelles de débit et de nitrates au captage. A l'inverse, une année climatique moyenne de la station de Niort est utilisé dans CRITER, où on cherche à reproduire une pression moyenne.
- **Différence de données agronomiques** : des données pluri-annuelles moyennes sont utilisées dans BICHE (une seule pratique type par an, mais évolution au fil des ans), tandis que des données variables selon les types de sol et modes de conduite sont utilisées dans CRITER, sans toutefois considérer d'évolution de ces pratiques (une seule année moyenne modélisée).
- **Différence de résolution temporelle des données de sortie** : pour BICHE on a des sorties quotidiennes avec une agrégation mensuelle pour alimenter le modèle MARTHE, bilan sur la période de drainage pour CRITER.

Se pose également la question de **quelle(s) variable(s) comparer** :

- Le reliquat début drainage (azote minéral restant dans le sol avant la période de drainage), qui présente l'intérêt d'être moins sensible aux données climatiques dans les deux modèles ? Cette donnée demande toutefois à être traduite en données quotidiennes de nitrates lixiviables dans le sol pour BICHE..
- Le flux de perte d'azote pendant la période de drainage : cette variable présente l'inconvénient d'être très sensible à la lame drainante et donc à l'année climatique considérée. Le modèle de bilan hydrique utilisé dans BICHE n'est pas de la même nature que celui de CRITER, les flux d'eau ne sont donc pas comparables.
- La concentration en nitrates sous-racinaire, qui est une valeur calée pour reproduire les nitrates au captage (BRGM), non calée dans CRITER. De même que pour le flux de perte d'azote, cette variable dépend grandement des données climatiques considérées.

Finalement, au vu de toutes ces limites, il apparaît difficile de faire une comparaison poussée des valeurs produites par les deux modèles sur le volet azote. Tout au plus, il serait possible de vérifier que les deux modèles donnent des résultats d'ordre de grandeur comparable. Cette comparaison n'a pas pu être menée dans le cadre du projet EMADEC, ce dernier arrivant à son terme avant que le modèle du BRGM ne soit calé sur la partie azote.

4.8.2 Test des scénarios élaborés avec Coclick'Eau dans BICHE-MARTHE

En partie pour les mêmes raisons qu'évoquées ci-dessus, **le test des changements de pratiques et d'assolement envisagé dans Coclick'Eau / CRITER directement dans Biche / Marthe paraît difficile** : les pratiques de fertilisation ne sont pas représentées de la même façon (moyenne à l'échelle de la maille) et l'assolement Biche-Marthe est davantage simplifié (7 à 8 cultures contre une vingtaine dans CRITER / Coclick'Eau où on considère en plus l'effet des successions culturales).

En guise d'alternative, il pourrait être testé **l'influence d'une baisse du reliquat début drainage obtenue dans les scénarios Coclick'Eau dans BICHE-MARTHE**. Au moment des échanges réalisés avec le BRGM lors du projet EMADEC, il n'était cependant pas garanti qu'appliquer un abattement

directement sur cette valeur dans Biche-Marthe soit possible. Il faudrait également résoudre le problème du passage d'une donnée ponctuelle (reliquat début drainage) à une chronique Biche quotidienne puis mensuelle. A défaut, on pourrait tester l'influence d'une baisse des concentrations en nitrates sous-racinaire, également obtenue par les scénarios Coclick'Eau. Cependant, avec Coclick'Eau (via CRITER), on obtient une concentration moyenne de la lame drainante, pas la chronique sous-racinaire. De plus, la baisse simulée avec Coclick'Eau est spécifique à l'année climatique moyenne, or, cette baisse est très dépendante de l'année climatique considérée. La baisse moyenne n'est donc peut-être pas duplicable chaque année pour Biche, alors qu'il serait intéressant de tester l'effet à long terme d'une baisse des concentrations en nitrates sous-racinaire sur la qualité du captage. Cela demanderait d'avoir un abattement pour chaque année à appliquer dans Biche-Marthe, et non pas seulement un abattement pour une année moyenne.

A la fin du projet EMADEC, aucune solution n'a été choisie, du fait de calendriers non concordants entre projets (modélisation des nitrates dans le projet BRGM non encore initiée au moment où le projet EMADEC touchait à sa fin). Les échanges vont toutefois se continuer au-delà de la durée du projet EMADEC pour aider à l'évolution du modèle du BRGM afin de le rendre plus apte au test de programmes d'actions territoriaux visant à réduire les pollutions nitriques.

5 Conclusion

Ce rapport présente la démarche mise en œuvre pour définir des scénarios d'évolution des systèmes de culture de l'aire d'alimentation des captages du Vivier. Cette démarche a pris place dans une démarche de concertation plus large associant les acteurs du territoire pour définir un nouveau programme d'actions sur l'aire d'alimentation.

Trois outils ont été mis en œuvre conjointement pour définir ces scénarios :

- RPG Explorer pour la spatialisation des successions de cultures sur l'aire d'alimentation,
- CRITER pour l'évaluation multi-critère des systèmes de culture définis avec les acteurs locaux
- Coclick'Eau pour élaborer des scénarios d'évolution du territoire mobilisant les systèmes de culture définis avec les acteurs.

Ces trois outils se sont montrés adaptés à l'objectif, ce qui a permis de retenir un scénario d'évolution du territoire partagé par les acteurs dans le cadre de la concertation mise en place. Plusieurs points de vigilance apparaissent cependant :

- la difficulté de définir les systèmes de culture types, au-delà de la diversité des successions définies par RPG Explorer : la disponibilité des diagnostics des pratiques actuelles était insuffisante sur le Vivier malgré que l'AAC ait déjà bénéficié de deux diagnostics,
- la difficulté de mobiliser régulièrement les acteurs locaux sur des sujets techniques pointus, notamment au moment de la définition des pratiques types qui peut être assez lourde,
- la disponibilité de personnes compétentes pour la définition des systèmes de culture et leur modélisation.

Annexe 1. Critères et modalités retenus pour élaborer la structure de la matrice Coclick'Eau

Cultures sélectionnés dans la matrice CCE du Vivier

Cultures	Description
Blé dur « moyen »	Culture principale. Moyen car indicateurs pour cette culture calculés comme la moyenne pondérée de blé dur->colza, blé dur->CIPAN, blé dur->céréales
Blé tendre -> colza/prairie	Culture principale
Blé tendre -> CIPAN -> culture de printemps	Culture principale
Blé tendre -> céréales	Culture principale
Colza	Culture principale
Epeautre	Culture de diversification envisagée
Lentille	Culture de diversification envisagée
Lin d'hiver	Culture de diversification envisagée
Lin de printemps	Culture de diversification envisagée
Luzerne -> Luzerne -> Luzerne -> céréales	Culture principale
Maïs fourrage -> blé	Culture principale
Maïs fourrage -> maïs	Culture principale
Maïs grain -> blé	Culture principale
Maïs grain -> maïs	Culture principale
Maïs grain irrigué -> blé	Culture principale
Maïs grain irrigué-> maïs	Culture principale
Maraîchage -> Maraîchage *	Culture de diversification envisagée
Orge d'hiver « moyen »	Culture principale. Moyen car indicateurs pour cette culture calculés comme la moyenne pondérée de orge->colza, orge->CIPAN, orge->céréales
Pois -> céréales	Culture principale
Prairie temporaire -> PT -> PT -> PT -> céréales	Culture principale
Soja -> céréales	Culture de diversification envisagée
Soja irrigué -> céréales	Culture de diversification envisagée
Tournesol -> céréales	Culture principale
Prairie permanente -> PP	Culture principale

Milieus sélectionnés dans la matrice CCE du Vivier

Milieu	Description
Groies superficielles	Sols peu profonds, caillouteux, calcaires, argileux
Groies profondes	Sols moyennement profonds à profonds, caillouteux, calcaires, argileux
Terres rouges	Sols profonds, peu caillouteux, non calcaires, argileux
Terres de vallée	Sols profonds, peu caillouteux, non calcaires, argileux, hydromorphe

Construction de scénarios d'évolutions des territoires agricoles intégrant les dynamiques locales

Modes de conduite sélectionnés dans la matrice CCE du Vivier




Mode	Stratégie globale	Objectif de rendement	Fertilisation	Interculture	Phyto	Assolement / rotation
Mode 1	Maximisation du rendement. Limitation des dégâts observés par une utilisation systématique des produits phytosanitaires	Elevé	Fertilisation excédentaire, réfléchi par culture à l'échelle de l'exploitation	Réglementaire (semis tardif à la volée, destruction précoce)	Systématiques, calendriers de traitements pré-établis	Pas de changement par rapport à l'assolement initial
Mode 2	Réduction des pertes économiques par la limitation des dommages de récolte. Optimisation de l'usage des produits phytosanitaires	Réaliste	Fertilisation équilibrée au vu du rendement réel courant, réfléchi par culture à l'échelle de la parcelle (prise en compte des spécificités de chaque parcelle)		Raisonnés, adaptation des dates et des doses (observations, bulletins...)	
Mode 3	Réduction des pertes économiques par la limitation des dommages de récolte. Introduction de techniques de substitution des produits phytosanitaires			Idem + techniques alternatives (mécaniques...)		
Mode 4	Réduction des pertes économiques. Mobilisation de combinaisons de moyens de lutte alternatifs à la lutte chimique, tout en assurant une gestion durable des autres moyens de production (azote, énergie,...)	Réaliste (assez faible)		Semis précoce et soigné, destruction repoussée	Idem + davantage de techniques alternatives (mécaniques...)	Diversification
Mode 5	Réduction des pertes économiques. Mobilisation de combinaisons de moyens de lutte alternatifs uniquement, tout en assurant une gestion durable des autres moyens de production (azote, énergie,...)			Aucun		

Annexe 2. Critères retenus pour décrire les pratiques
permettant de calculer les indicateurs de la matrice CCE dans
CRITER

Construction de scénarios d'évolutions des territoires agricoles intégrant les dynamiques locales

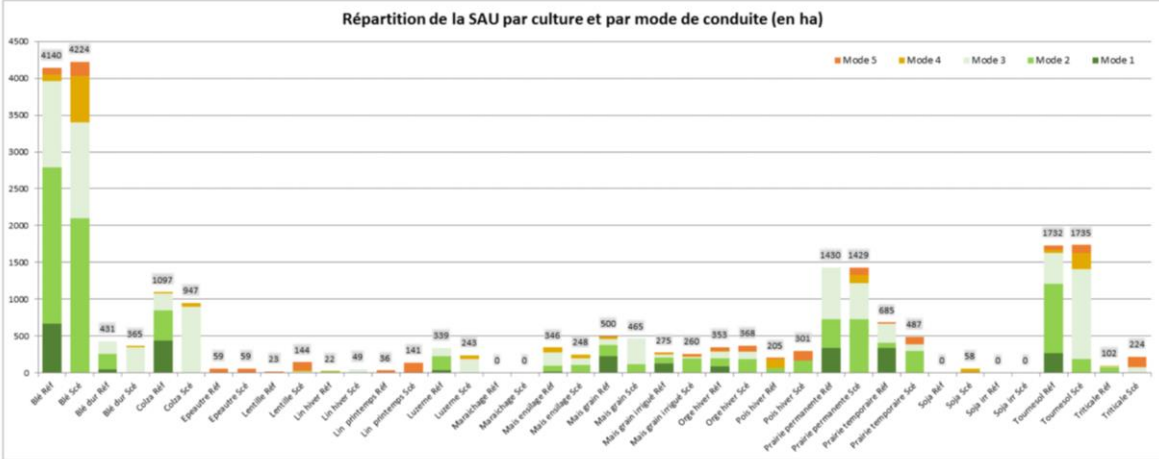
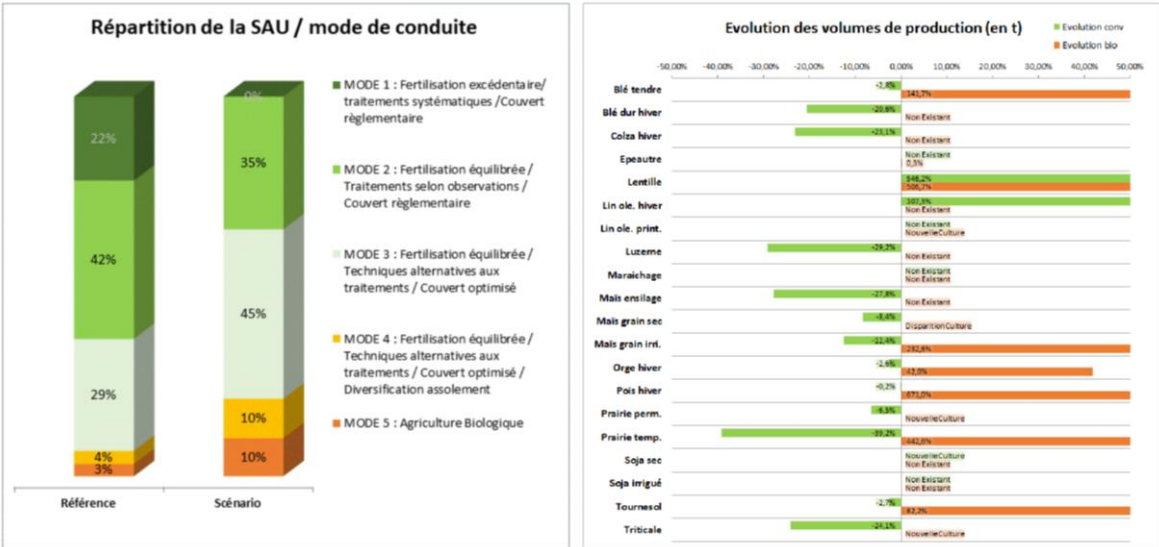
Semis	Variété
	Date de semis
	Densité de semis
Travail du sol (par opération)	Matériel
	Date
Fertilisation organique	Date
	Nature
	Dose
	Enfouissement
Fertilisation minérale (par opération)	Date
	Produit
	Dose
Herbicide (par traitement)	Date
	Produit
	Dose
	Cible
Régulateur (par traitement)	Date
	Produit
	Dose
Fongicide (par traitement)	Date
	Produit
	Dose
	Cible
Insecticide (par traitement)	Date
	Produit
	Dose
	Cible
Anti-limace (par traitement)	Date
	Produit
	Dose
	Cible

Annexe 3. Aperçu du scénario de territoire retenu à l'issue du travail de concertation

SCENARIO FINAL BASSIN DU VIVIER 04/12/2015

- Optimisation :** Marge semi-nette
- Contraintes :** Déviation assolement limitée à 6%, maintien strict des PP, conversion de 30% du Maïs ensilage en maïs grain, diminution de 30% des PT et Luz, mode 5 = 10%, mode 4 < à 11%, mode 2 < à 36%, disparition mode 1, contraintes agronomiques d'assolement pour les modes 4 et 5, diminution de la concentration de NO3 dans la lame drainante de -20%, diminution de l'IFT de -12,5%, baisse maximale de -15% des volumes de production de blé



Evolution des indicateurs						Phyto			
Technico-économique		Ref	Scénario	Evolution		Ref	Scénario	Evolution	
Production (t / ha)	70412	65710,0	-7%	⬇️		IFT herbicide	1,32	0,9	-32%
Marge brute (€ / ha / an)	670	698	4%	⬆️		IFT hors herbicide	1,72	1,1	-34%
Marge semi-nette (€ / ha / an)	423	454	7%	⬆️		IFT total	3,04	2,0	-34%
Charge de travail (h / ha / an)	4,6	4,6	0%	↔️		GSA herbi autonome (g / ha)	495	281,6	-43%
Nombre de passages (nombre / ha)	13,2	12,5	-5%	⬇️		l-phy	8,6	9,0	4%
Autres		Ref	Scénario	Evolution		Toxicité	2,8	1,9	-31%
Volume d'eau d'irrigation total (m3)		343375	328916	-4%	⬇️	Azote			
Proportion de légumineuses (%)		7,2	7,9	9,9%	⬆️	Dose N totale (kg N / ha)	120	107	-11%
Proportion de culture printemps (%)		24,7	26,0	5,1%	⬆️	Dose N organique totale (kg N / ha)	29	31	8%
Cons. d'énergie totale (Gj / ha / an)		9,8	8,9	-9%	⬇️	Surfertilisation (kg N / ha)	5	0,0	-100%
Cons. d'énergie - mécanisation (Gj / ha / an)		3,7	3,9	5%	⬆️	Reliquat début drainage (kg N / ha)	30	33,0	-16%
Cons. énergie - engrais+phyto (Gj / ha / an)		5,6	4,7	-10%	⬇️	Pertes N (kg N / ha)	19	15,0	-19%
						Concentration NO3- (mg/l)	37	29,5	-19,4%

Annexe 4. Actions proposées pour mettre en œuvre le scénario
retenu

Actions proposées pour répondre à la question : « Comment maintenir et développer les filières que vous avez identifiées comme importante, pour que l'agriculture du territoire contribue à améliorer la qualité de l'eau ? »

- Action 1 : Favoriser la mise en place de maraîchage biologique
- Action 2 : Créer un label Re-Sources « Vivier compatible »
- Action 3 : Relancer la culture « Tournesol »
- Action 4 : Développer des cultures à bas niveau d'intrants et à vocation énergétique
- Action 5 : Aider les filières lin, soja, lentilles, pois à s'organiser
- Action 6 : Soutenir l'élevage en favorisant l'autonomie alimentaire
- Action 7 : Accompagner la filière « bio » grande culture
- Action 8 : Accompagner le changement de mode de conduite vers des modes économes en intrants (3 et 4)
- Action 9 : Accompagner les agriculteurs, relevant du mode 1, dans leurs changements de pratiques
- Action 10 : Accompagner les OPA à changer leurs pratiques de conseil et d'accompagnement
- Action 11 : Porter à la connaissance des agriculteurs la diversité de conseils existante sur des pratiques agricoles spécifiques

Actions proposées pour répondre à la question : « Comment mettre en œuvre les pratiques et techniques que vous avez identifiées comme contribuant à améliorer la qualité de l'eau ? »

- Action 12 : Développement de l'agroforesterie et amélioration de la gestion du bocage
- Action 13 Communiquer sur la problématique de pollution des eaux
- Action 14 : Favoriser l'acquisition de matériel de destruction des couverts (broyeur, rouleau)
- Action 15 : Amélioration des connaissances sur les bénéfices des couverts hivernaux
- Action 16 : Promouvoir les cultures économes en intrants
- Action 17 : Optimisation des couverts hivernaux
- Action 18 : Développer les techniques d'association de plantes compagnes
- Action 19 : Financer la remise en herbe de terres arables cultivées en zones sensibles
- Action 20 : Réduire les dosages dans les traitements phytosanitaires