



# Etude complémentaire à l'analyse rétrospective des interactions du développement des biocarburants en France avec l'évolution des marchés français et mondiaux et les changements d'affectation des sols

Raja Chakir, Bruno Vermont

## ► To cite this version:

Raja Chakir, Bruno Vermont. Etude complémentaire à l'analyse rétrospective des interactions du développement des biocarburants en France avec l'évolution des marchés français et mondiaux et les changements d'affectation des sols. [Contrat] Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. 2013, 69 p. hal-01173008

HAL Id: hal-01173008

<https://hal.science/hal-01173008v1>

Submitted on 6 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.

# Etude complémentaire à l'analyse rétrospective des interactions du développement des biocarburants en France avec l'évolution des marchés français et mondiaux et les changements d'affectation des sols

Mars 2013

Convention : 1101C0063

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par  
Raja Chakir (INRA, UMR Economie Publique)  
Bruno Vermont (INRA, UMR Economie Publique)

**Coordination technique :** Bruno Gagnepain – Service Bioressources – Direction Production et Energies Durables (DPED) – ADEME (Angers)



**RAPPORT FINAL**

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le Service de la Statistique et de la Prospective du Ministère de l'Agriculture pour avoir mis à notre disposition les données des enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS dans le cadre de ce projet, Etienne Mathias (CITEPA) pour avoir mis à notre disposition les coefficients UTCF régionaux utilisés dans les inventaires. Nous remercions également Nathalie Delame (UMR Economie Publique, INRA) pour sa relecture et ses commentaires ainsi que Jean-Christophe Bureau (UMR Economie Publique, AgroParisTech) pour ses remarques et suggestions.

Nos remerciements sont également adressés à Bruno Gagnepain du service Bioressources de l'ADEME pour sa relecture et ses commentaires sur des versions précédentes du rapport final.

Le contenu du rapport n'engage toutefois que la responsabilité de ses auteurs.

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

## Sommaire

Introduction .....	8
Partie 1 : Les données sur les usages des sols : TERUTI et TERUTI-LUCAS .....	9
1. Occupation physique des sols.....	9
2. Traitement des données.....	9
Partie 2 : Analyse de l'évolution des usages des sols et des changements d'utilisation des sols liés aux cultures énergétiques .....	11
1. Evolution des usages des sols en France .....	11
1.1. Répartition des usages des sols en France en 2010 .....	11
1.2. Evolution des surfaces sur la période 1992-2010 .....	13
1.2.1. Evolution de l'occupation des terres par grandes catégories.....	13
1.2.2. Evolution de l'occupation des terres pour les surfaces agricoles :.....	16
2. Evolution des surfaces des cultures à destination alimentaire et énergétique à l'échelle nationale	
22	
2.1. Evolution des surfaces des cultures à destination alimentaire et énergétique .....	22
2.2. Transferts de surfaces entre les cultures à destination alimentaire et énergétique et les usages non agricoles.....	24
2.2.1. Colza.....	24
2.2.2. Tournesol.....	25
2.2.3. Blé.....	26
2.2.4. Betterave .....	26
2.3. Transferts de surface entre les cultures à destination alimentaire et énergétique et les autres usages agricoles :.....	27
2.3.1. Colza.....	27
2.3.2. Tournesol.....	31
2.3.3. Blé.....	32
2.3.4. Betterave .....	33
3. Analyse départementale des changements d'occupation des sols liés aux cultures à destination alimentaire et énergétique .....	34
3.1. Colza.....	34

3.2. Tournesol.....	38
3.3. Blé.....	42
3.4. Betterave .....	43
Partie 3 : Emissions de gaz à effets de serre liées aux changements d'affectation des sols induits par le développement des cultures énergétiques.....	44
1. Emissions liées aux changements d'utilisation des sols en France, généralités .....	44
2. Données utilisées : facteurs d'émissions du CITEPA .....	45
3. Emissions de gaz à effets de serre liées aux changements d'affectation des sols à l'échelle nationale .....	46
3.1. Colza.....	47
3.2. Tournesol.....	47
3.3. Blé.....	48
3.4. Betterave .....	49
4. Emissions de gaz à effets de serre liées aux changements d'affectation des sols à l'échelle départementale.....	50
4.1. Colza.....	50
4.2. Tournesol.....	50
4.3. Blé.....	51
4.4. Betterave .....	52
5. Emissions de gaz à effet de serre liées aux CAS vers des cultures à usages énergétiques .....	52
Conclusion .....	56
Recommandations.....	57
Annexes.....	58
1. Conception de l'échantillon dans les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS.....	58
2. Nomenclatures physiques TERUTI et TERUTI-LUCAS.....	60
3. Comparaison de l'évolution des surfaces (en milliers d'ha) entre les données TERUTI et les données utilisées dans l'étude In Numéri (2012) : .....	67
References .....	68

## Liste des figures

Figure 1 : Répartition des usages des sols en France en 2010 par grandes catégories.....	11
Figure 2 : Surfaces occupées par les grandes catégories des usages des sols en 2010 (autres usages exclus) .....	11
Figure 3 : Répartition départementale des grandes catégories d'usages des sols en 2010 .....	12
Figure 4 : Evolution de la part de la surface française occupée par les grandes catégories d'usages des sols.....	13
Figure 5 : Taux de variation annuel des grandes catégories d'usages des sols .....	14
Figure 6 : Echanges de surface entre les grandes catégories sur la période 1992-2004 (milliers d'ha par an) .....	15
Figure 7 : Echanges de surface entre les grandes catégories sur la période 2006-2010 (milliers d'ha par an) .....	16
Figure 8 : Evolution de la part de la SAU occupée par les grandes catégories d'usages des sols agricoles (% de la SAU) .....	17
Figure 9 : Taux de variation annuel les grandes catégories d'usages des sols agricoles .....	17
Figure 10 : Echanges de surfaces entre les grandes catégories d'usages agricoles entre 1992 et 2004 (en milliers d'ha par an) .....	19
Figure 11 : Echanges de surfaces entre les grandes catégories d'usages agricoles entre 1993 et 2004 (en milliers d'ha par an) .....	20
Figure 12 : Echanges de surfaces entre les grandes catégories d'usages agricoles entre 2006 et 2010 (en milliers d'ha par an) .....	21
Figure 13 : Evolution des usages des sols au sein des terres arables .....	22
Figure 14 : Taux de variation annuel des cultures de matières premières utilisées en alimentaire et énergétique.....	23
Figure 15 : Echanges de surfaces entre le colza et les autres grandes catégories d'usages non agricoles (milliers d'ha par an).....	24
Figure 16 : Echanges de surfaces entre le tournesol et les autres grandes catégories d'usages non agricoles (milliers d'ha par an).....	25
Figure 17 : Echanges de surfaces entre le blé et les autres grandes catégories d'usages non agricoles (milliers d'ha par an) .....	26
Figure 18 : Echanges de surfaces entre la betterave et les autres grandes catégories d'usages non agricoles (milliers d'ha par an).....	26
Figure 19 : Evolution des surfaces en colza (en haut) et des transferts de surface (en bas) depuis les usages agricoles vers le colza (milliers d'ha) .....	29
Figure 20 : Transferts de surface depuis les usages agricoles vers le colza, blé et orge exclus (1000 hectares).....	30
Figure 21 : Echanges de surfaces entre le colza et les autres catégories d'usages agricoles (milliers d'ha par an).....	31
Figure 22 : Transferts de surface depuis les usages agricoles vers le tournesol (milliers d'ha).....	31
Figure 23 : Echanges de surfaces entre le tournesol et les autres catégories d'usages agricoles (milliers d'ha par an) .....	32
Figure 24 : Echanges de surface entre le blé et les autres catégories d'usages agricoles (milliers d'ha par an) .....	33
Figure 25 : Echanges de surface entre la betterave et les autres catégories d'usages agricoles (milliers d'ha par an) .....	33

Figure 26 : Evolution de la part de la SAU des départements occupée par le colza .....	34
Figure 27 : Répartition départementale des flux nets entre le colza et les autres catégories d'usages des sols agricoles entre 1992 et 2004 (hectares par an) .....	35
Figure 28 : Répartition départementale des flux nets entre le colza et les autres catégories d'usages des sols agricoles entre 2006 et 2010 (hectares par an) .....	37
Figure 29 : Evolution de la part de la SAU des départements occupée par le tournesol.....	38
Figure 30 : Répartition départementale des flux nets entre le tournesol et les autres catégories d'usages des sols agricoles entre 1992 et 2004 (hectares par an).....	39
Figure 31 : Répartition départementale des flux nets entre le tournesol et les autres catégories d'usages des sols agricoles entre 2006 et 2010 (hectares par an).....	40
Figure 32 : Evolution de la part de la SAU des départements occupée par le blé.....	42
Figure 33 : Evolution de la part de la SAU des départements occupée par la betterave .....	43
Figure 34 : Emissions liées à l'« Utilisation des Terres, leurs Changements, et la Forêt » (UTCf) par source d'émissions et émissions nettes totales entre 1990 et 2010 (source : CITEPA (2012)) .....	45
figure 35 : Emissions de gaz à effet de serre liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du colza.....	47
Figure 36 : Emissions de gaz à effet de serre liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du tournesol .....	48
Figure 37 : Emissions de gaz à effet de serre liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du blé .....	49
Figure 38 : Emissions de gaz à effet de serre liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement de la betterave .....	49
Figure 39 : Emissions départementales (moyenne par an) de gaz à effet liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du colza (tonnes de CO <sub>2</sub> -eq par an) .....	50
Figure 40 : Emissions départementales (moyenne par an) de gaz à effet liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du tournesol (tonnes de CO <sub>2</sub> -eq par an) .....	51
Figure 41 : Emissions départementales (moyenne par an) de gaz à effet liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du blé (tonnes de CO <sub>2</sub> -eq par an).....	51
Figure 42 : Emissions départementales (moyenne par an) de gaz à effet liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement de la betterave (tonnes de CO <sub>2</sub> -eq par an).....	52
Figure 43 : Emissions liées aux quatre cultures au prorata des surfaces utilisées pour des usages non alimentaires .....	54
Figure 44 : Emissions départementales liées aux cultures au prorata des surfaces utilisées pour des usages non alimentaires (somme pour les quatre cultures, cumul 2007-2010 en tonnes eq CO <sub>2</sub> ).....	55

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Comparaison des caractéristiques des deux enquêtes utilisées .....	59
Tableau 2 : Nomenclature TERUTI 1992-2004 (82 postes).....	61
Tableau 3 Nomenclature TERUTI-LUCAS (57 postes).....	61
Tableau 4: Correspondance entre les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS pour les sols naturels et boisés .....	61
Tableau 5: Correspondance entre les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS pour les sols agricoles (cultures annuelles) .....	63
Tableau 6 : Correspondance entre les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS pour les sols agricoles (cultures permanentes, surface toujours en herbe et autres usages agricoles) .....	64
Tableau 7 : Correspondance entre les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS pour les sols artificialisés et les autres usages .....	65
Tableau 8 : Correspondance utilisée pour les usages sans correspondance directe.....	66

## **Introduction**

Le développement des biocarburants en France a été encouragé par des politiques publiques incitatives ayant pour objectif la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de la dépendance énergétique vis-à-vis des fossiles dans le secteur des transports et le soutien des revenus agricoles. Dans le secteur de l'agriculture, la réforme de la Politique Agricole Commune (PAC) de 1992 qui avait comme objectif de maîtriser l'offre alimentaire a autorisé les cultures à des fins énergétiques sur les surfaces en jachère obligatoire. La réforme de la PAC de 2003 a introduit une deuxième incitation sous la forme d'une aide spécifique aux cultures énergétiques produites sur les surfaces non gelées. D'autres mesures incitatives ont été prises à l'échelle Européenne via des directives sur la promotion des biocarburants (2003/30/EC) et sur la taxation de l'énergie (2003/96/EC)

Le développement des biocarburants a suscité depuis 2007-2008 de nombreux débats sur leur bilan environnemental en termes de réduction des émissions de GES. La prise en compte des effets indirects sur les émissions des GES via les changements d'affectation des sols (CAS) est actuellement au cœur des débats scientifiques et politiques.

La question des liens entre les politiques incitant aux biocarburants et les changements d'usage des sols est complexe. Ainsi, les politiques de promotion des biocarburants ont impliqué une hausse des surfaces des cultures à destination énergétique créant ainsi une concurrence entre les usages alimentaires et usages non alimentaires. Cette compétition a contribué avec d'autres facteurs à l'augmentation des prix des biens agricoles et constitué une incitation supplémentaire à l'intensification et à l'expansion des surfaces en cultures servant à ces deux types d'usages. Cette complexité des liens entre politiques incitatives et changement d'allocation des sols rend difficile la distinction entre les effets conjoncturels (prix, météo) et les effets des aides.

Nous nous attachons dans ce rapport à apporter un éclairage empirique à cette question en établissant les faits basés sur des données observées à une résolution spatiale fine. L'objectif de ce rapport est d'analyser l'évolution des usages des sols, des changements d'allocation des sols et des émissions de gaz à effet de serre engendrés par le développement de quatre cultures utilisées à la fois pour des besoins alimentaires et pour la production de biocarburants (colza, tournesol, blé betterave) sur le territoire national sur les périodes 1992-2010. Dans un premier temps, nous décrivons les changements d'allocation des sols (CAS) observés en France sur la période 1992-2010 en cherchant les liens éventuels entre ces CAS et l'augmentation de la production des biocarburants. Dans un second temps nous calculons les émissions de gaz à effets de serre liées aux changements d'allocation des sols directs induits par le développement des cultures énergétiques en France sur la période 1992-2010.

## Partie 1 : Les données sur les usages des sols : TERUTI et TERUTI-LUCAS

Les données utilisées dans ce rapport pour identifier les éventuels changements d'allocation des sols engendrés en France par le développement des biocarburants proviennent de deux enquêtes, TERUTI et TERUTI-LUCAS, réalisées par le Service de la Statistique et de la Perspective (SSP) du Ministère de l'Agriculture. Ces deux enquêtes permettent de renseigner sur l'évolution de l'occupation des sols au niveau d'un échantillon de points répartis sur l'ensemble du territoire Français.

L'enquête TERUTI repose sur l'association de photographies aériennes et d'enquêtes de terrain. Cette enquête a débuté en 1982 mais l'échantillon de points a été entièrement renouvelé sur deux ans en 1991 et 1992 et la nomenclature des usages des sols a été modifiée en 1991 et 1992. Nous utiliserons donc par la suite les données de la période 1992-2004 qui forment une série cohérente.

En 2005, l'enquête TERUTI a évolué et l'échantillon de points a été totalement renouvelé pour (i) améliorer la précision de l'enquête en utilisant les progrès réalisés en matière de géo-référencement et de traitement de données cartographique et (ii) de manière à permettre une cohérence de nomenclature et de méthode avec une enquête similaire réalisée à l'échelle européenne : l'enquête européenne LUCAS (Land Use/Cover Area frame statistical Survey). La nouvelle enquête s'appelle TERUTI-LUCAS. L'échantillon de cette nouvelle enquête n'ayant été stabilisé qu'en 2006, nous avons exclu de nos données l'année 2005 car l'enquête avait été réalisée seulement sur un échantillon restreint cette année là<sup>1</sup>.

### 1. Occupation physique des sols

Chaque année, les enquêteurs localisent sur le terrain les points à observer et déterminent pour chacun d'entre eux, une occupation physique et une utilisation fonctionnelle.<sup>2</sup>

Dans l'enquête TERUTI (1992-2004), la nomenclature physique d'occupation des sols que nous utilisons comporte 82 postes couvrant les sols agricoles (cultures annuelles et permanentes, superficie toujours en herbe), les sols boisés, les sols artificialisés (sols bâtis, stabilisés, revêtus et sols enherbés artificialisés) et les autres sols naturels (zones humides ou sous les eaux, sols à roche mère affleurante, sols nus et enherbés naturels).

Dans l'enquête TERUTI-LUCAS (2006-2010), la nomenclature physique a été modifiée notamment pour permettre une plus grande cohérence avec celle utilisée dans l'enquête LUCAS et d'autres nomenclatures européennes et françaises (Eurostat, Inventaire forestier national, Agreste). Une nomenclature de synthèse en 57 postes a été créée de manière à permettre au maximum la continuité avec l'enquête TERUTI.

### 2. Traitement des données

Plusieurs traitements ont été appliqués aux bases de données brutes fournies par le SSP. Tout d'abord, l'année 2005 a été retirée étant donné que l'échantillon de points pour cette année n'est pas complet. Nous avons ensuite remanié les données de manière à ne conserver que les variables utiles pour cette analyse; telles que :

---

<sup>1</sup> La conception de l'échantillon des deux enquêtes est détaillée en annexe 6.1

<sup>2</sup> Voir en annexe les nomenclatures physiques détaillées de TERUTI et TERUTI-LUCAS

- celles fournissant les repères géographiques de chaque point : départements de France métropolitaine (les DOM-TOM ont été retirés des données), communes, photos/segments, identifiants des points.
- une variable temporelle : année d'observation.
- celles permettant de définir l'occupation des sols : codes physique de la nomenclature en 82 postes pour l'enquête TERUTI (1992-2004) et 57 postes pour l'enquête TERUTI-LUCAS (2006-2010).
- celles permettant d'extrapoler la surface représentée par chaque point à l'échelle du département : coefficients d'extrapolation pour chaque point.

Les postes des nomenclatures physiques des deux enquêtes ont ensuite été adaptés de manière à mieux observer les changements d'allocation des sols qui nous intéressent pour cette analyse et également de permettre au maximum une correspondance entre les nomenclatures des deux enquêtes. Les tableaux de correspondance et descriptions associées sont présentés en annexe 2.

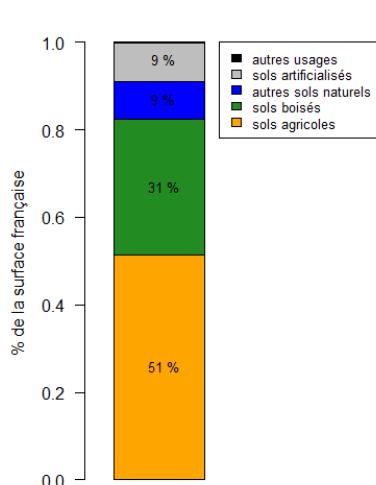
L'analyse des données s'effectue par la suite dans un premier temps sur les grandes catégories d'occupation des sols définies par ces tableaux de correspondance de manière à donner les grandes tendances de l'évolution des usages des sols sur les deux sous périodes. Nous analysons ensuite les données avec les catégories semi-agréées pour déterminer les éventuels changements d'allocation des sols engendrés en France par le développement des cultures des matières premières utilisées pour des besoins alimentaires et énergétiques (colza, tournesol, blé et betterave).

## Partie 2 : Analyse de l'évolution des usages des sols et des changements d'utilisation des sols liés aux cultures énergétiques

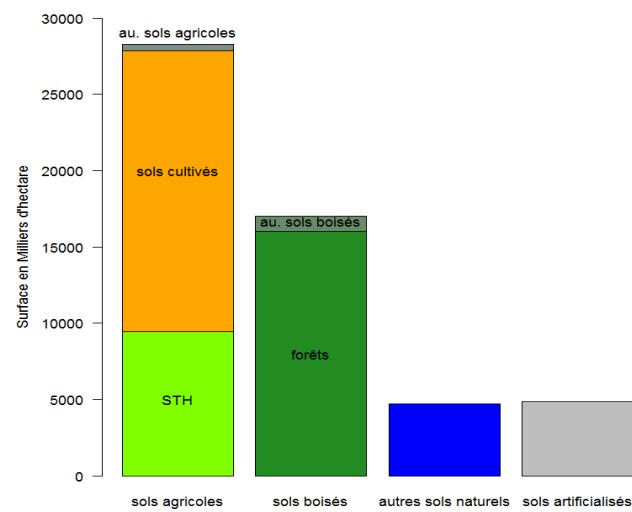
### 1. Evolution des usages des sols en France

#### 1.1. Répartition des usages des sols en France en 2010

En 2010, le territoire français métropolitain est occupé principalement par les sols agricoles (51 %) et les sols boisés (31 %). Les autres sols naturels (landes, friches, maquis, garrigues, zones humides ou sous les eaux, sols nus et enherbés naturels) et les sols artificialisés (sols bâtis, stabilisés, revêtus<sup>3</sup> et sols enherbés artificialisés<sup>4</sup>) occupent chacun 9 % de la surface du territoire français métropolitain. Les sols agricoles utilisés représentent 28,3 millions d'hectares et se composent de 18,4 millions d'hectares de sols cultivés (terres arables et cultures permanentes), 9,5 millions d'hectares de surface toujours en herbe STH (prairies permanentes et alpages) et 0,4 million d'hectares d'autres sols agricoles.



**Figure 1 : Répartition des usages des sols en France en 2010 par grandes catégories**



**Figure 2 : Surfaces occupées par les grandes catégories des usages des sols en France en 2010 (autres usages exclus)**

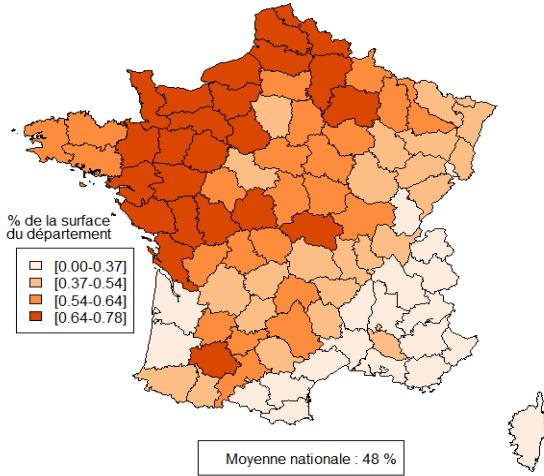
Au sein du territoire français, les départements dont la part consacrée aux sols agricoles dépasse la moyenne nationale sont principalement situés au nord et nord-ouest alors que les départements à dominante boisée et naturelle se situent principalement au sud et à l'est du territoire. Les espaces

<sup>3</sup> Les sols revêtus et stabilisés regroupent dans TERUTI les parkings, cours, places, routes, voies ferrées et chemins permanents

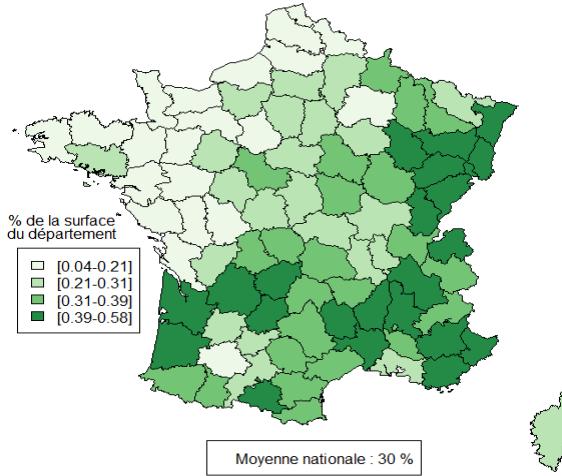
<sup>4</sup> Les sols enherbés artificialisés regroupent des surfaces enherbées diverses telles que les pelouses d'agrément, les talus et fossés enherbés, les pelouses d'autoroutes ou de terrain de sports, les jardins d'agrément. Elles sont généralement tondues et non utilisées pour la nourriture des animaux.

artificialisés occupent dans certains départements une part importante de la surface notamment en Ile-de-France, en Nord-Pas-de-Calais, en Alsace et sur la majeure partie de la côte Atlantique.

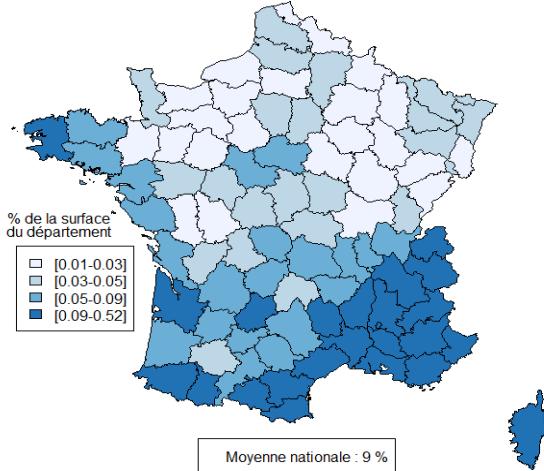
**Figure 3 : Répartition départementale des grandes catégories d'usages des sols en 2010**



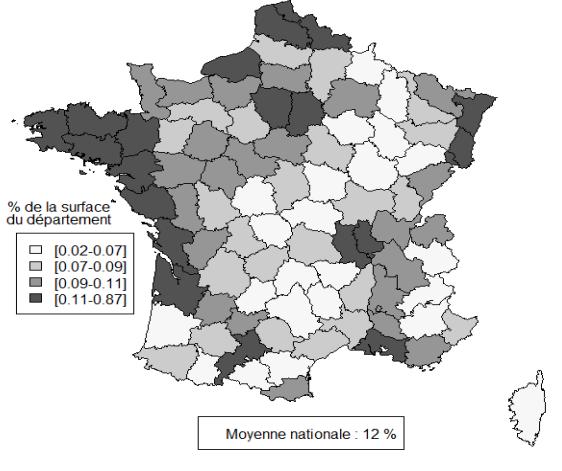
**Figure 3.a : Pourcentage de la surface des départements français couverte par des sols agricoles en 2010**



**Figure 3.b : Pourcentage de la surface des départements français couverte par des sols boisés en 2010**



**Figure 3.c : Pourcentage de la surface des départements français couverte par d'autres sols naturels en 2010**



**Figure 3.d : Pourcentage de la surface des départements français couverte par des sols artificialisés en 2010**

## 1.2. Evolution des surfaces sur la période 1992-2010

### 1.2.1. Evolution de l'occupation des terres par grandes catégories

L'occupation des sols en 2010 résulte d'évolutions des usages qui ont peu à peu modifié la répartition entre grandes catégories d'usages. Nous analyserons ici l'évolution des surfaces occupées par les grandes catégories d'usages sur deux périodes distinctes, 1992-2004 et 2006-2010 correspondant à celles des deux enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS.

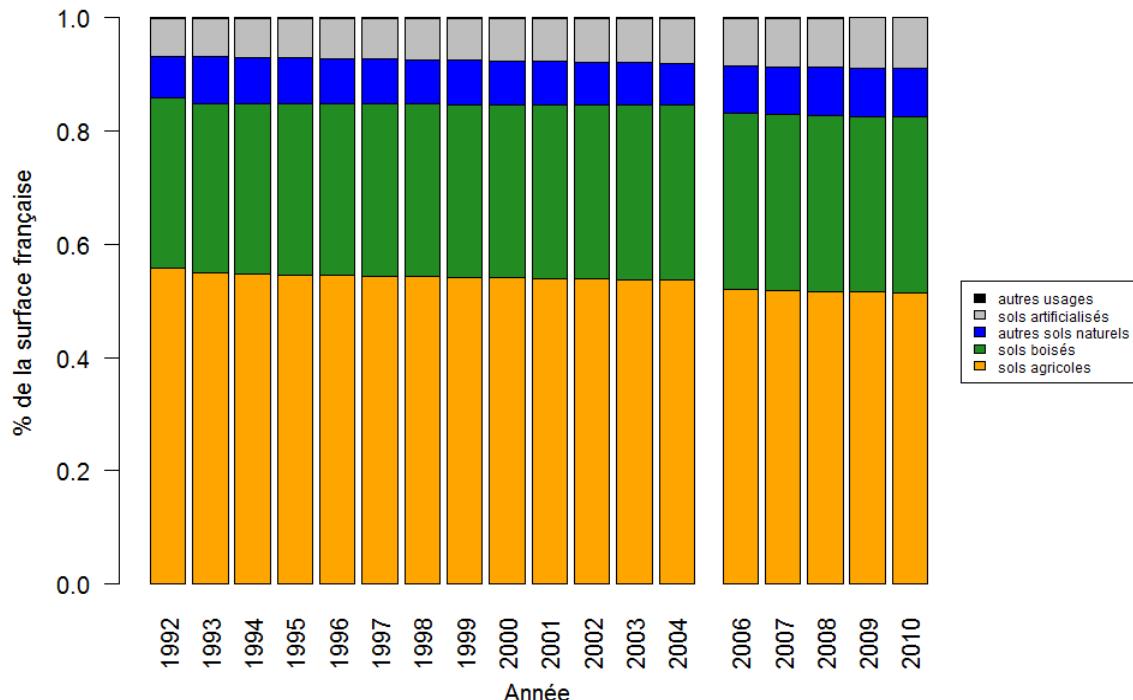


Figure 4 : Evolution de la part de la surface française occupée par les grandes catégories d'usages des sols

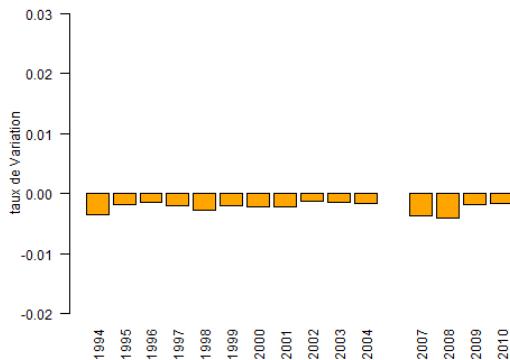
Les surfaces agricoles diminuent sur toute la période de 1992 à 2004 et passent de 30,3 millions d'hectares soit 55,8 % du territoire à 29,5 millions d'hectares soit 53,6 % du territoire en 2004. La déprise agricole est relativement stable sur la période, les surfaces agricoles diminuant en moyenne de 0,24 % chaque année. Sur la période 2006-2010, cette déprise s'accentue légèrement (notamment en 2007 et 2008) avec un taux de variation annuel moyen de -0,29 %.

Les surfaces boisées, qui couvraient 16,3 millions d'hectares en 1992, progressent sur toute la période 1992-2004 (taux de variation annuel moyen de 0,31 %) et recouvrent 16,9 millions d'hectares en 2004. Cette progression s'inverse sur la période 2006-2010 où les surfaces boisées diminuent très légèrement (en moyenne 0,06 % de diminution annuelle) et perdent environ 42 000 hectares.

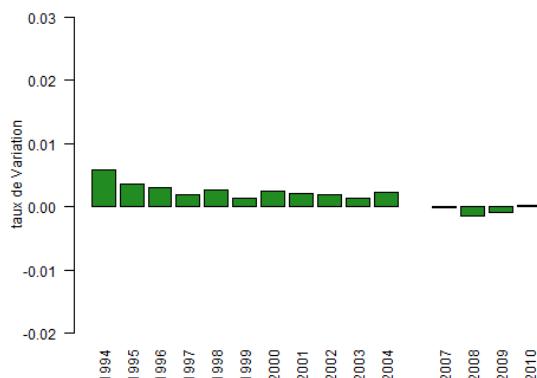
L'urbanisation est relativement constante de 1992 à 2004 et de 2006 à 2010 avec un taux d'urbanisation annuel moyen de 1,53 % et 1,69 % respectivement. Les sols artificialisés passent successivement de 3,6 millions d'ha en 1992 à 4,3 millions d'ha en 2004 et 4,9 millions d'ha en 2010.

Les sols naturels diminuent globalement de 1993 à 2004 avec un taux de variation moyen de -0,94 % chaque année. Cette déprise s'inverse cependant sur la seconde période où les sols naturels progressent de 0,69 % en moyenne chaque année.

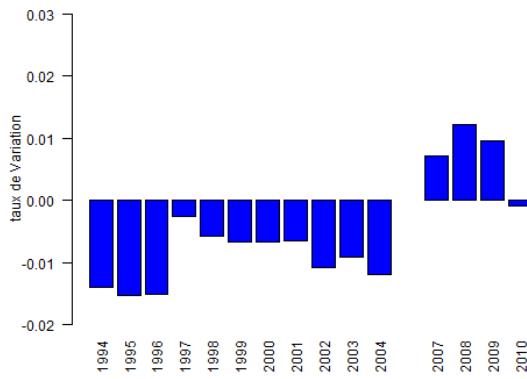
**Figure 5 : Taux de variation annuel des grandes catégories d'usages des sols**



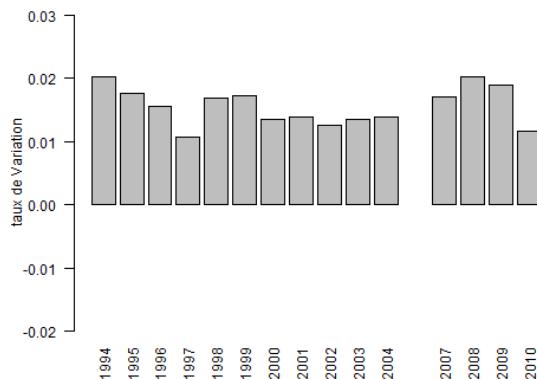
**Figure 5.a : sols agricoles**



**Figure 5.b : sols boisés**



**Figure 5.c : sols naturels**



**Figure 5.d : sols artificialisés**

La période 1992-2004 est donc caractérisée d'une part par la déprise des sols agricoles et des sols naturels et d'autre part par un boisement et une artificialisation du territoire. Entre 2006 et 2010, la déprise agricole et l'urbanisation se poursuivent alors que les tendances observées pour les sols naturels et les sols boisés s'inversent. Ces informations ne permettent cependant pas de déterminer de manière fiable quels changements d'occupation des sols ont été à l'origine de ces évolutions car elles sont susceptibles de masquer certains transferts de proche en proche entre grandes catégories (exemple agricole-friche-urbain) qui contiennent des informations importantes sur l'évolution de l'occupation des sols du territoire français.

Grâce aux enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS, nous pouvons observer l'évolution dans le temps de l'occupation des sols sur une série de points et donc calculer chaque année les transferts de surface ayant eu lieu entre les différentes catégories. Les figures 6 et 7 ci-dessous présentent les transferts de surfaces moyens (en milliers d'hectares par an) entre les 4 grandes catégories pour les deux périodes. De manière à pouvoir comparer les figures correspondant aux deux périodes, les transferts de surface représentés ci-dessous ont été calculés comme la moyenne des transferts annuels en

hectares sur l'ensemble des années composant chaque période. Les flux bruts en gris correspondent aux transferts directs de surface entre les deux catégories reliées par une flèche. Les flux nets en rouge correspondent à la résultante entre les deux flux bruts reliant chaque paire de catégories d'usages.

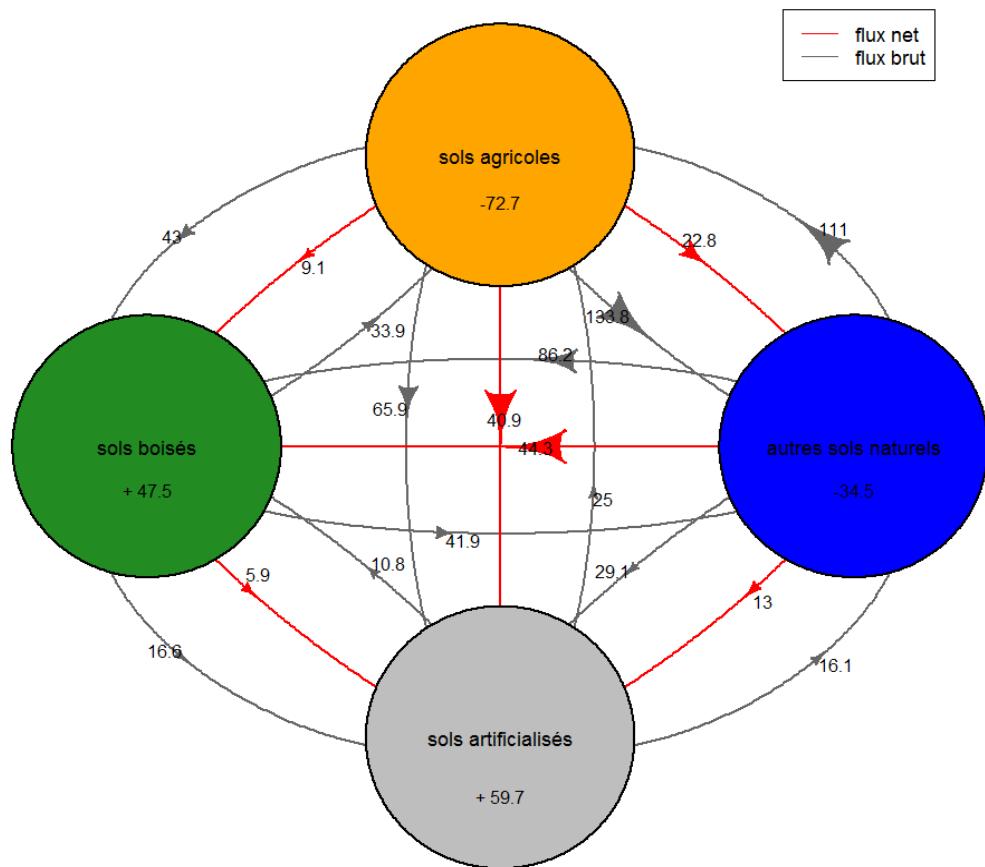
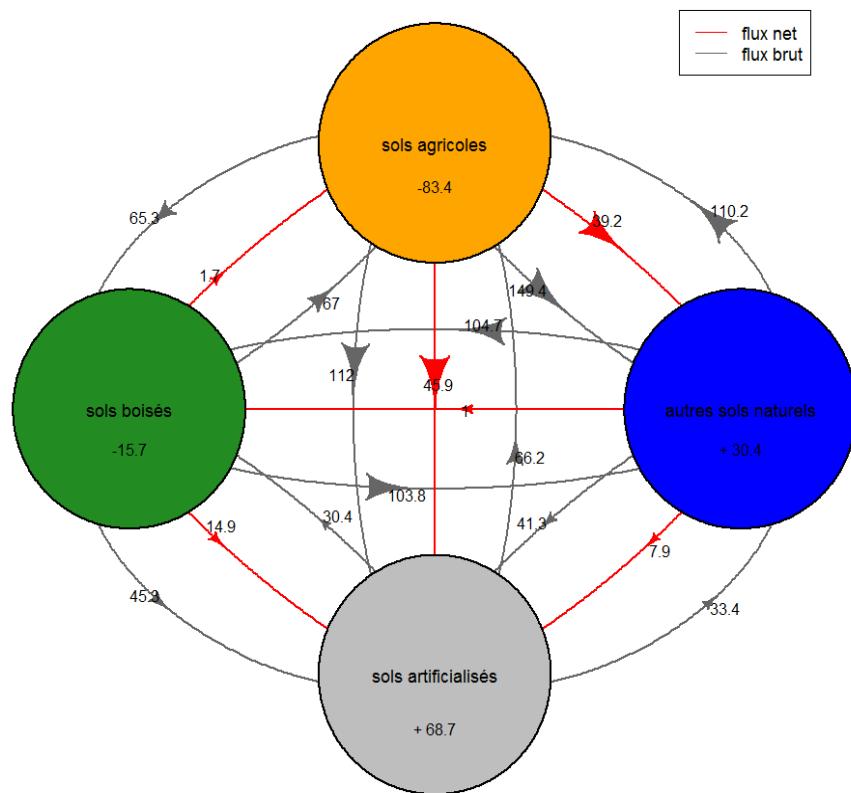


Figure 6 : Echanges de surface entre les grandes catégories sur la période 1992-2004 (milliers d'ha par an)

De 1993 à 2004, les deux catégories d'usages présentant un solde négatif sont les sols agricoles et les sols naturels, la seule catégorie d'usage perdant des surfaces au profit des trois autres étant les sols agricoles. Les surfaces agricoles diminuent en moyenne de 72,7 milliers d'hectares par an au profit principalement des sols artificialisés (56 % des transferts) puis des sols naturels (31% des transferts) et des sols boisés (12 % des transferts). Les transferts de surface les plus importants depuis les sols agricoles se font vers les sols bâtis, revêtus et stabilisés (26 000 ha par an), les landes et friches (23 500 par an) et les sols enherbés artificialisés (14 900 par an). La diminution des surfaces occupées par des sols naturels se fait quant à elle principalement au profit des surfaces boisées. Ce sont notamment les landes, garrigues et friches qui perdent chaque année 43 000 hectares au profit des forêts. Ce flux représente la majeure partie de l'augmentation des surfaces boisées même si le boisement des terres agricoles fait également gagner 9 100 ha par an aux sols boisés. Enfin, l'artificialisation des terres provient à 69 % des sols agricoles.

De 2006 à 2010, l'artificialisation des terres se poursuit (68 700 ha par an). Malgré le fait que le boisement des terres agricoles s'arrête, les deux autres flux nets depuis les terres agricoles se renforcent ce qui accentue la déprise agricole (-83 400 par an). Les dynamiques observées pour les sols naturels et les sols boisés s'inversent. Ceci est notamment dû au fait que le flux net qui existait entre 1993 et 2004 depuis les sols naturels vers les sols boisés s'annule.



**Figure 7 : Echanges de surface entre les grandes catégories sur la période 2006-2010 (milliers d'ha par an)**

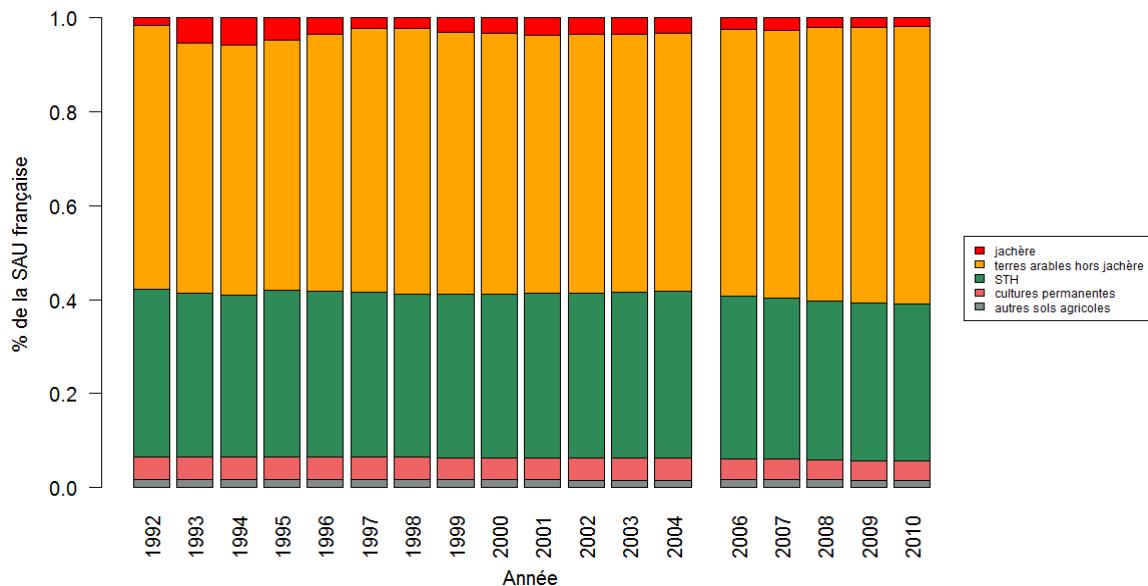
Cette première analyse de l'évolution des usages des sols par grandes catégories montre que les transferts d'usages des sols agricoles se font principalement au profit des 3 autres grandes catégories d'usages des sols et non l'inverse. Ceci suggère que si des changements d'occupation des sols liés au développement des biocarburants ont eu lieu au cours des deux périodes, ils ont principalement affecté les usages des sols agricoles eux-mêmes et ont eu peu d'impact direct sur les usages non agricoles.

### 1.2.2. Evolution de l'occupation des terres pour les surfaces agricoles :

L'évolution de l'occupation des terres agricoles est présentée dans la figure 8. La répartition des usages des sols agricoles au sein de la SAU est relativement stable entre 1992 et 2004. Les terres arables occupaient environ 58 % de la SAU de 1992 à 2004, la superficie toujours en herbe représentait un peu plus de 35 % de la SAU sur la même période, les cultures permanentes 5 % et les autres surfaces agricoles environ 2 %.

La période de 1992 à 2004 est surtout marquée par l'augmentation des surfaces en jachère qui passent de 2 % à 6 % de la SAU entre 1992 et 1994 pour redescendre à environ 3 % de la SAU en 2004. Il est à noter que les terres en jachère sont définies dans les enquêtes TERUTI comme des « terres travaillées ou non, ne portant aucune culture récoltée au cours de la campagne ». Ceci exclut donc dans la comptabilisation des jachères les cultures non alimentaires sur les terres en jachère

obligatoire<sup>5</sup>. Ces surfaces sont comptabilisées dans les surfaces de la culture correspondante et sont donc incluses dans les terres arables hors jachère sur les figures ci-dessous. Ceci peut expliquer en partie le fait que les surfaces en jachère, après une forte progression en 1993 (taux de variation de 207 % soit environ 1,1 millions d'hectares) du fait de l'introduction en 1992 de la jachère obligatoire, diminuent rapidement au cours des années suivantes avec l'introduction de la possibilité d'utiliser les terres mises en jachère pour la production de cultures non alimentaires. De 2006 à 2010, la part de la SAU occupée par les terres arables augmente peu à peu jusqu'à atteindre 61 % de la SAU en 2010 alors que celle occupée par la STH diminue (33 % de la SAU en 2010).



**Figure 8 : Evolution de la part de la SAU occupée par les grandes catégories d'usages des sols agricoles (% de la SAU)**

Sur la période 1992-2004, les surfaces occupées par les différentes catégories d'usages agricoles ont connu des variations interannuelles relativement importantes comme le montrent les graphiques de la figure 9 ci-dessous. Entre 1992 et 2004, ces évolutions ont cependant progressivement abouti à une diminution des surfaces occupées par les terres arables hors jachère qui passent de 17 à 16,2 millions d'hectares, une baisse des superficies toujours en herbe qui passent de 10,8 à 10,4 millions d'hectares et une diminution des surfaces occupées par les cultures permanentes et les autres sols agricoles qui perdent environ 100 000 hectares.

**Figure 9 : Taux de variation annuel les grandes catégories d'usages des sols agricoles**

<sup>5</sup> Afin de limiter la production de céréales la réforme de la PAC de 1992 a imposé la mise en jachère d'une partie des terres (jusqu'à 15% des surfaces en céréales certaines années) tout en autorisant la production de cultures non alimentaires sur ces surfaces.

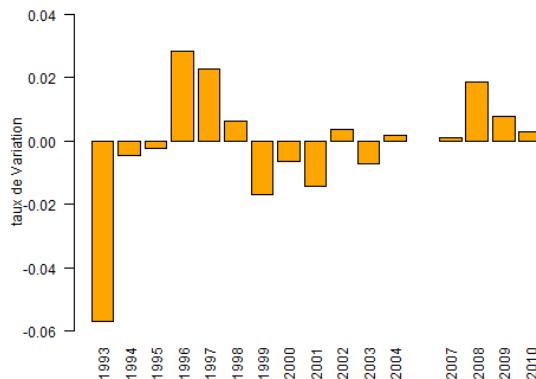


Figure 9.a : terres arables hors jachère

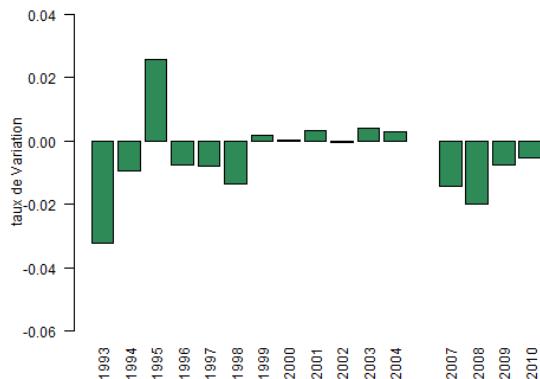


Figure 9.b : superficies toujours en herbe

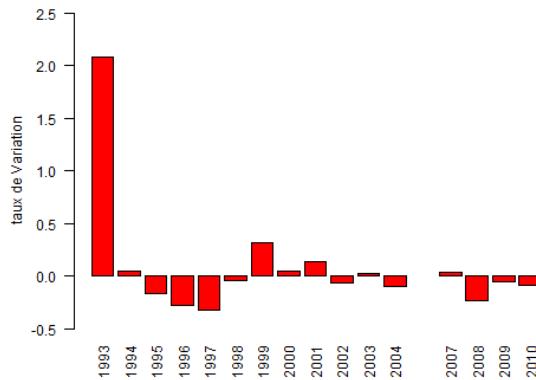


Figure 9.c : jachères

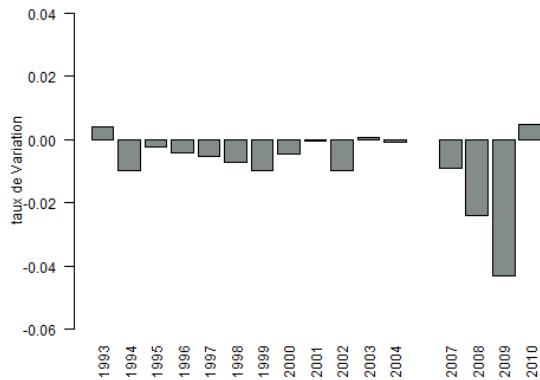


Figure 9.d : cultures permanentes et autres sols agricoles

La figure 10 montre les flux moyens de surfaces entre ces différentes catégories entre 1992 et 2004 ainsi que les flux nets entre chacune des catégories et les autres usages non agricoles (ensemble des sols artificialisés, boisés et naturels). Cette figure montre que la baisse des surfaces en terres arables hors jachère est essentiellement due à la mise en jachère qui représente un flux net moyen de 66 000 ha par an. Ce flux moyen est cependant principalement dû à la mise en jachère d'environ 1,1 millions d'hectares de terres arables entre 1992 et 1993.

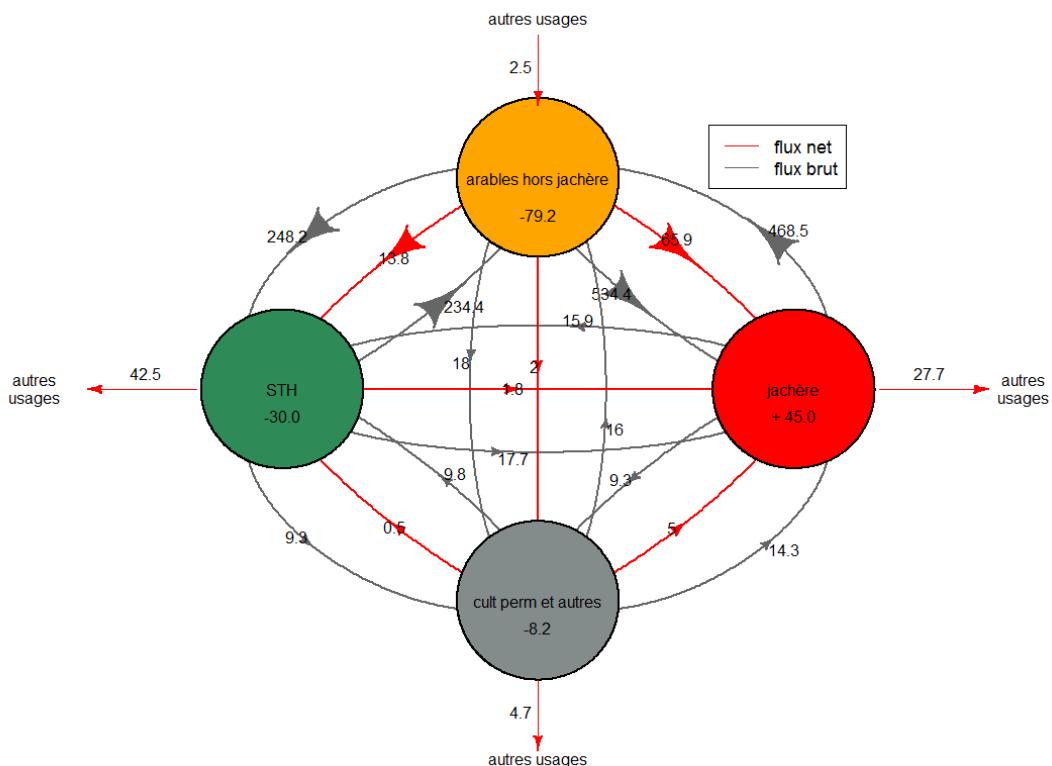
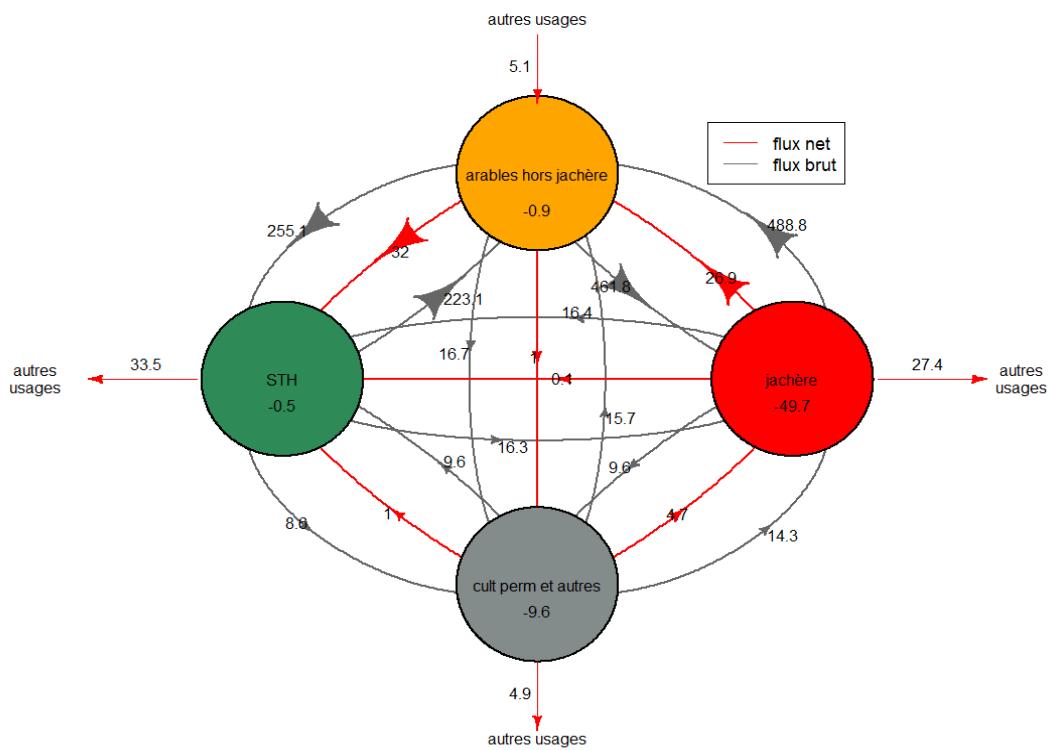


Figure 10 : Echanges de surfaces entre les grandes catégories d'usages agricoles entre 1992 et 2004 (en milliers d'ha par an)

Malgré le fait que la STH gagne en moyenne 14 000 hectares par an sur les terres arables hors jachère, la STH diminue en moyenne de 30 000 hectares par an du fait d'un transfert de 42 500 hectares par an à destination des usages non agricoles. De manière générale, la déprise des sols agricoles se fait principalement à partir de la STH (59 % des transferts sols agricoles vers les sols non agricoles) et des terres en jachère (30 % des transferts sols agricoles – sols non agricoles). Les terres arables hors jachère constituent la seule catégorie d'usage qui gagne des surfaces en provenance des usages non agricoles, mais ce transfert reste marginal (2 500 hectares par an). L'année 1992 étant une année singulière pour la plupart des catégories d'usage, il est également intéressant d'observer un diagramme similaire à celui de la figure 10 mais pour les années 1993 à 2004.

La figure 11 montre que le reste de la période est caractérisée par un transfert des terres mises en jachère en 1992 vers les terres arables hors jachère (environ 26 000 ha par an). Ceci conforte l'idée selon laquelle la diminution progressive des surfaces en jachère au sens de l'enquête TERUTI à partir de 1993 est liée à l'introduction de la possibilité de produire des cultures non alimentaires sur les jachères.



**Figure 11 : Echanges de surfaces entre les grandes catégories d'usages agricoles entre 1993 et 2004 (en milliers d'ha par an)**

Comme le montre la figure 9 ci-dessus, la période de 2006 à 2010 est marquée par une progression des terres arables hors jachère qui gagnent 500 000 hectares alors que les autres catégories d'usages agricoles sont en baisse. La figure 12 ci-dessous montre que les terres arables hors jachère progressent en moyenne de 119 000 hectares par an en provenance principalement de la STH (85 600 hectares par an) puis des terres en jachère (34 900 hectares par an). La reprise sur jachère s'effectue à la fois vers les terres arables hors jachère mais aussi vers la STH ce qui ramène progressivement les terres en jachère à leur niveau de 1992 (520 000 hectares restants en 2010 contre 530 000 en 1992). La STH perd chaque année 113 000 hectares du fait du maintien des transferts de surface vers les usages non agricoles et de la forte progression des transferts vers les terres arables hors jachère. Les échanges entre terres arables (jachère comprise) et autres usages agricoles se maintiennent ( $21,5 + 5 = 26,5$  milliers d'ha par an contre  $27,7 - 2,5 = 25,2$  milliers d'ha par an entre 1992 et 2004). L'accentuation de la déprise agricole sur cette période provient donc principalement de la diminution des cultures permanentes et des autres usages agricoles au profit des usages non agricoles (le flux passe de 4 700 à 18 800 hectares par an).

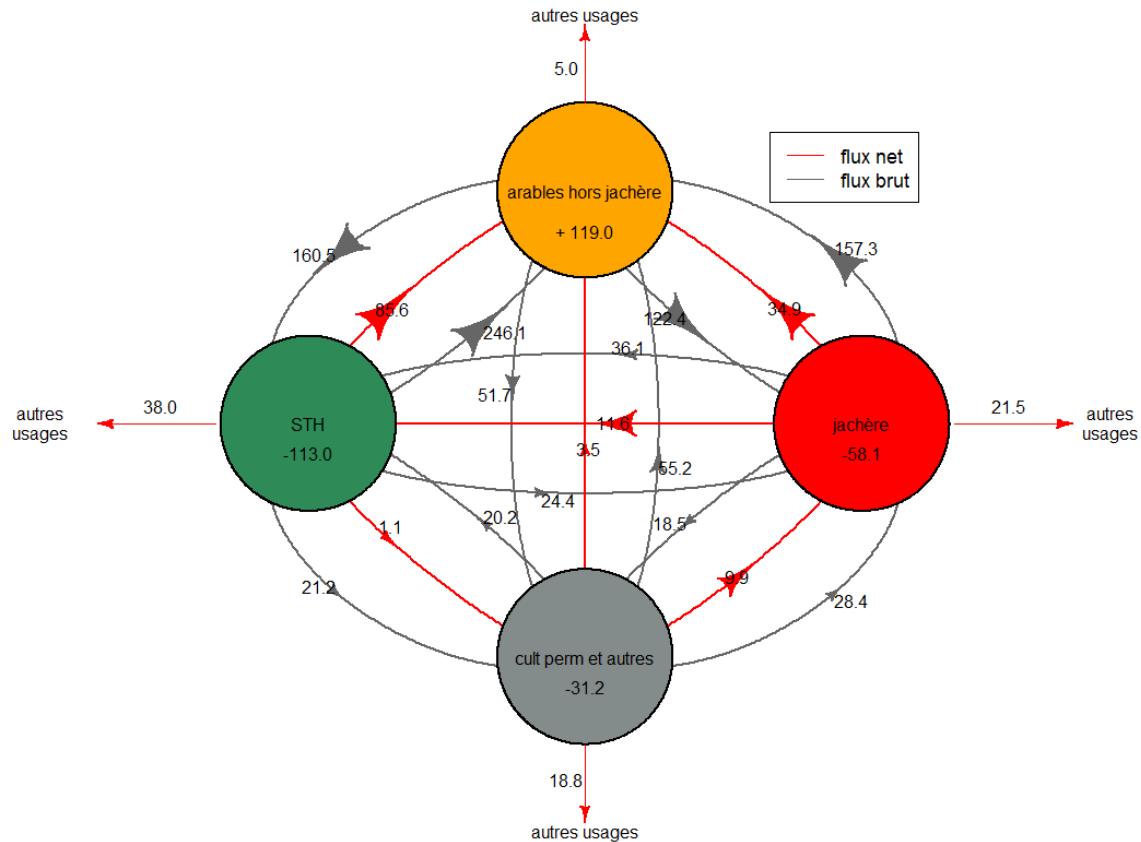


Figure 12 : Echanges de surfaces entre les grandes catégories d'usages agricoles entre 2006 et 2010 (en milliers d'ha par an)

Ces observations permettent de mettre en évidence les grandes tendances ayant affectées les usages des sols agricoles sur les deux périodes considérées et seront utiles pour l'analyse des changements d'occupation des sols liés aux cultures énergétiques.

On peut supposer que si la progression des surfaces en cultures énergétiques a eu un impact entre 1992 et 2004, il s'est limité aux terres arables à travers une redistribution des cultures au sein des terres arables hors jachère ainsi qu'une reprise sur les terres mises en jachère en 1992. De 2006 à 2010, l'impact de la progression des terres arables sur la STH est non négligeable et il faudra déterminer si les cultures énergétiques ont pu être en partie à l'origine de ces conversions de surfaces en herbe. Cette détermination ne sera malheureusement pas possible en considérant uniquement les cultures destinées aux usages énergétiques puisque l'on a travaillé ensuite sur la totalité des surfaces plantées en une culture et que la distinction n'est pas permise par les données Teruti.

## 2. Evolution des surfaces des cultures à destination alimentaire et énergétique à l'échelle nationale

Nous analyserons ici l'évolution à l'échelle nationale des surfaces<sup>6</sup> des cultures susceptibles d'être utilisées pour la production de biocarburants (colza, tournesol, blé, betterave) en évoquant pour chacune (i) les variations de surfaces ayant eu lieu sur les deux périodes 1992-2004 et 2006-2010, (ii) les transferts de surfaces entre ces cultures et les usages non agricoles, (iii) les transferts de surface entre ces cultures et les autres usages agricoles.

### 2.1. Evolution des surfaces des cultures à destination alimentaire et énergétique

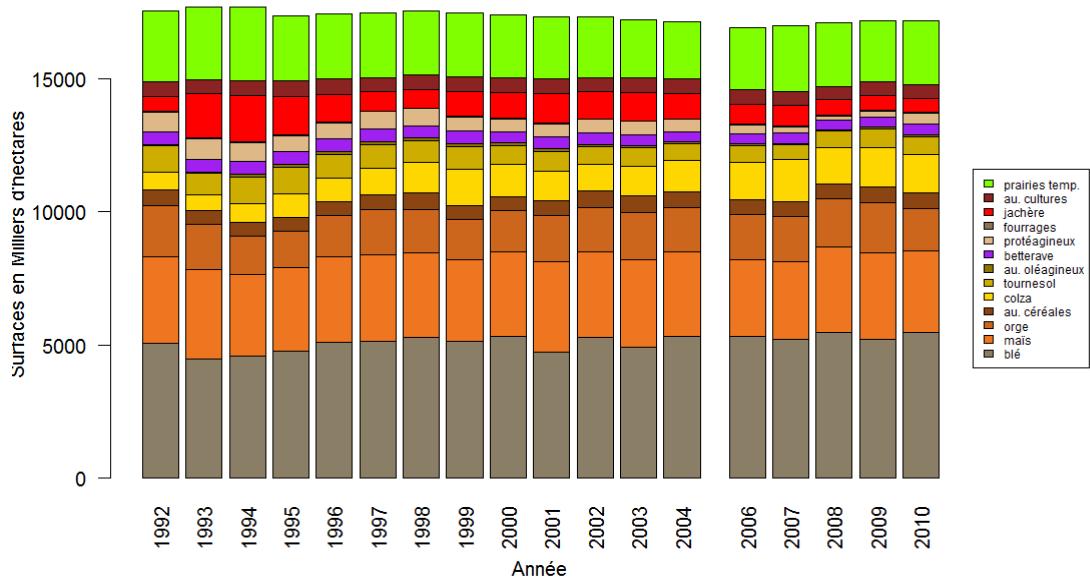


Figure 13 : Evolution des usages des sols au sein des terres arables

La figure 13 montre l'évolution des surfaces occupées par type de cultures au cours des deux périodes. Nous nous attacherons surtout à commenter les évolutions des surfaces totales des cultures de matières premières utilisées pour l'alimentation et pour la production de biocarburants en rappelant que les enquêtes TERUTI ne permettent pas de distinguer les surfaces d'une même culture destinées à des fins non alimentaires de celles destinées à l'alimentation.

<sup>6</sup> Nous présentons en annexe 3 la comparaison de surfaces des cultures avec les données de l'étude de In Numéri. Cette comparaison montre que les écarts sont assez faibles et que les tendances de nos données confirment celles de In Numéri.

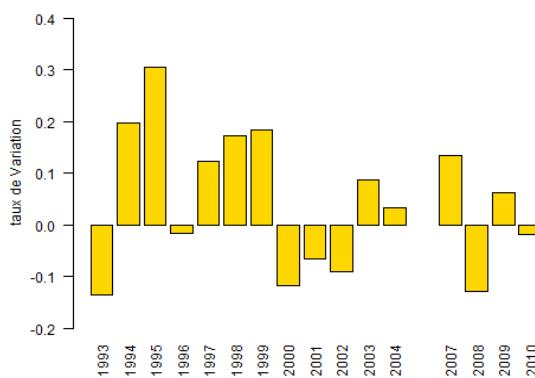
La période de 1992 à 2004 a été marquée par une progression des surfaces cultivées en colza (tous usages confondus) qui passent d'environ 650 000 hectares à 1,2 millions d'hectares. La plus forte progression des surfaces en colza a été observée entre 1992 et 1999 où le colza gagne en moyenne 100 000 hectares par an et couvre 1,4 millions d'hectares en 1999. Cette forte progression coïncide avec l'introduction des aides directes aux grandes cultures et notamment aux cultures oléagineuses en 1992 et à la possibilité de produire sur les jachères des cultures non alimentaires. De 2000 à 2003, les surfaces en colza ont cependant connu une diminution importante (taux de variation moyen de -9% sur 3 ans). Cette période a notamment été marquée par l'alignement progressif des taux d'aide à l'hectare aux cultures oléagineuses et aux cultures céréalières, ces taux ayant longtemps été plus élevés pour les premières. A partir de 2003-2004, les surfaces en colza entament une forte progression et passent de 1 million d'hectares en 2002 à 1,4 puis 1,6 millions d'hectares en 2006 et 2007 respectivement. Cette évolution coïncide notamment avec l'introduction de l'aide aux cultures énergétiques en 2004. La période de 2006 à 2010 est caractérisée par une certaine stabilité des surfaces en colza autour de 1,4-1,5 millions d'hectares malgré le pic en 2007.

La superficie en tournesol a progressivement diminué sur l'ensemble de la période 1992-2004 et passe d'environ 1 million d'hectares en 1992 à 640 000 hectares en 2004. Sur la seconde période, la superficie en tournesol réaugmente légèrement pour atteindre 671 000 hectares en 2010.

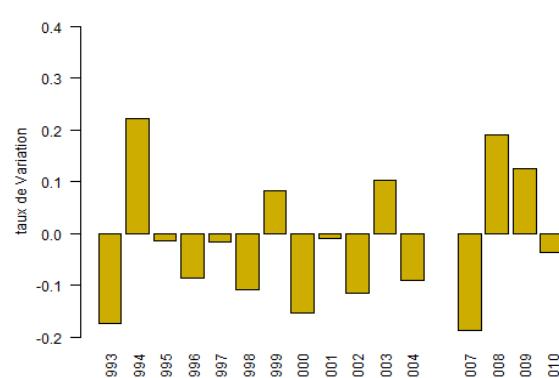
Les surfaces en betterave, dont la production est soumise à quota depuis 1968, ont connu des évolutions moins marquées et passent successivement de 475 000 hectares en 1992 à 388 000 hectares en 2004 et 396 000 hectares en 2010.

Les surfaces en blé après une forte diminution en 1993 de 5,1 à 4,5 millions d'hectares progressent peu à peu sur le reste de la période (mises à part les variations annuelles liées aux rotations culturales) et atteignent 5,3 millions d'hectares en 2004. De 2006 à 2007, elles continuent à progresser légèrement et passent de 5,3 à 5,5 millions d'hectares.

**Figure 14 : Taux de variation annuel des cultures de matières premières utilisées en alimentaire et énergétique**



**Figure 14.a : colza**



**Figure 14.b : tournesol**

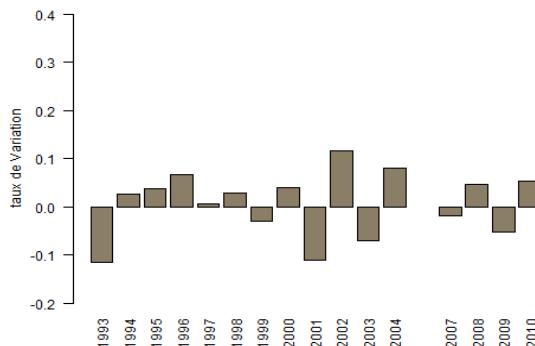


Figure 14.c : blé

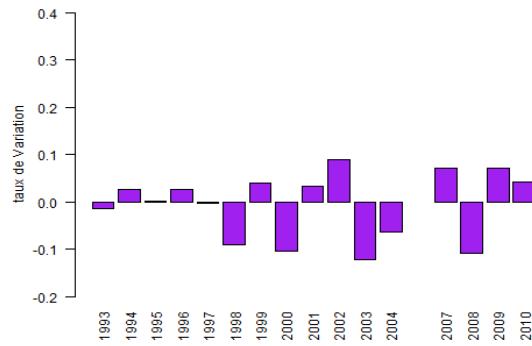
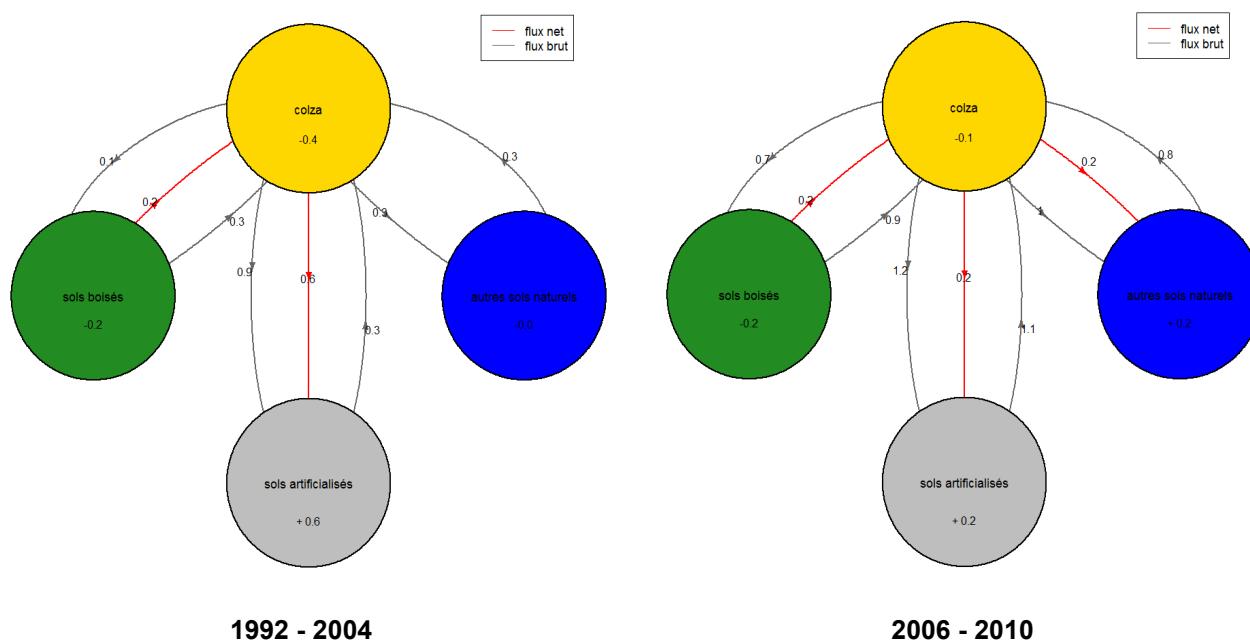


Figure 14.d : betterave

## 2.2. Transferts de surfaces entre les cultures à destination alimentaire et énergétique et les usages non agricoles

### 2.2.1. Colza

Figure 15 : Echanges de surfaces entre le colza et les autres grandes catégories d'usages non agricoles (milliers d'ha par an)



Les deux diagrammes de la figure 15 présentent les transferts de surfaces ayant eu lieu entre le colza et les autres usages non agricoles (sols boisés, artificialisés et naturels) au cours des deux périodes. Ces deux figures montrent que les changements d'usages entre le colza et les usages non agricoles

ont été très restreints et ce sur les deux périodes, les flux nets depuis les autres usages vers le colza ne dépassant pas 200 hectares par an. Les flux bruts depuis les sols boisés ou les sols naturels vers le colza susceptibles d'avoir un impact environnemental sont tous inférieurs à 1 000 hectares par an. Ces flux concernent un nombre très restreint de points au sein de l'échantillon TERUTI. On peut donc considérer que les changements d'usages engendrés par le développement du colza au cours des deux périodes n'ont eu aucun impact direct sur les usages non agricoles.

Il est à noter ici que dans le cadre des Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales (BCAE) et la conditionnalité des aides de la PAC<sup>7</sup>, les terres en prairies permanentes depuis 2003 devaient rester affectées à cet usage. Cette réglementation était assez flexible et permettait un système d'autorisation préalable au retournement des prairies permanentes voire d'obligation de réimplantation d'une surface équivalente à la surface retournée. Ceci peut justifier les retournements des prairies observés dans les données TERUTI qui semblent incompatibles avec la réglementation de la PAC.

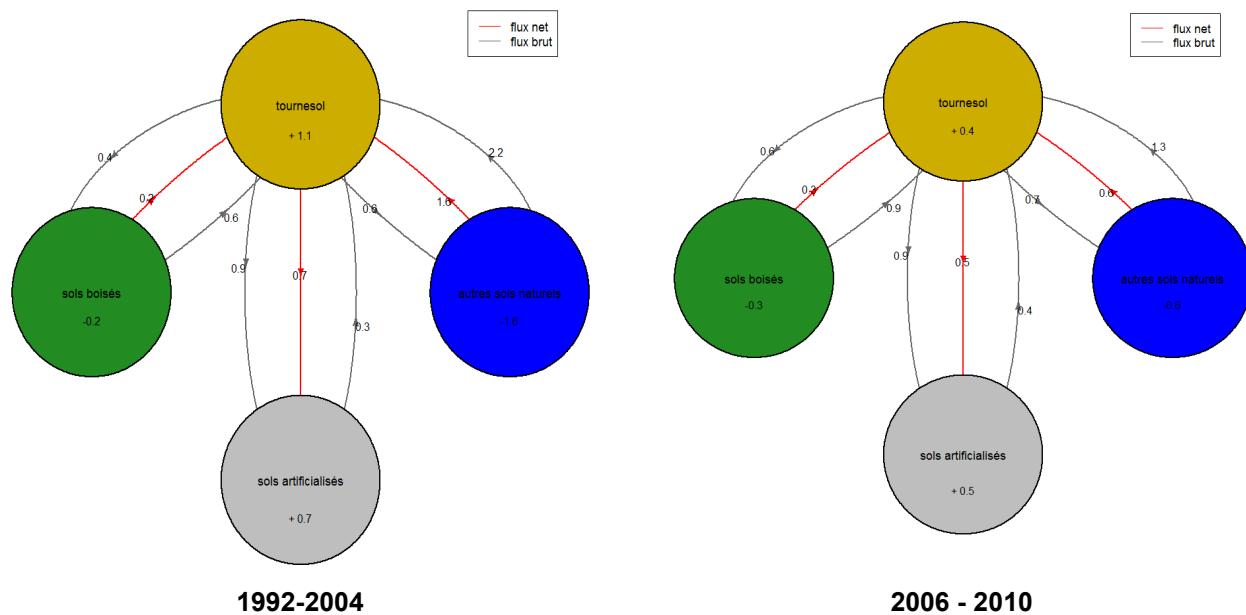
### 2.2.2.Tournesol

La figure 16 ci-dessous représente deux diagrammes similaires pour les échanges de surface entre le tournesol et les usages non agricoles. Les changements d'usages depuis les usages non agricoles vers le tournesol sont également très restreints sur les deux périodes (flux nets inférieurs à 1 600 hectares par an). Les seuls transferts dépassant 1 000 hectares par an sont ceux depuis les sols naturels. L'impact direct du tournesol sur les usages non agricoles a donc été aussi quasiment inexistant sur les deux périodes (même si légèrement plus élevé que celui du colza).

**Figure 16 : Echanges de surfaces entre le tournesol et les autres grandes catégories d'usages non agricoles (milliers d'ha par an)**

---

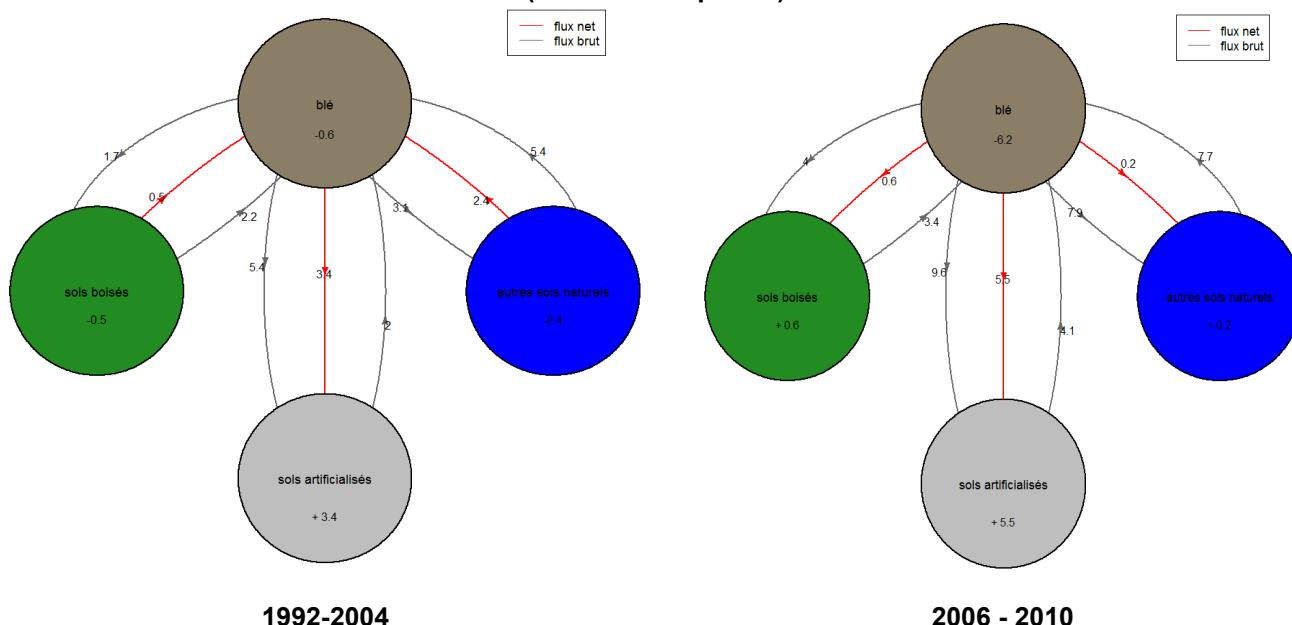
<sup>7</sup> **RÈGLEMENT (CE) N 1782/2003 DU CONSEIL** "Les États membres veillent à ce que les terres consacrées aux pâturages permanents à la date prévue pour les demandes d'aide à la surface en 2003 restent affectées à cet usage. Les États membres veillent à ce que les terres consacrées aux pâturages permanents à la date prévue pour les demandes d'aide à la surface en 2003 restent affectées à cet usage. Toutefois, un État membre peut, dans des circonstances dûment justifiées, déroger au premier alinéa à condition de prendre des mesures pour empêcher une diminution sensible de la superficie totale qu'il consacre aux pâturages permanents."



### 2.2.3.Blé

La figure 17 met en évidence les changements d'usages ayant eu lieu entre le blé et les usages non agricoles sur les deux périodes. Elle montre que les transferts de surfaces bruts depuis les sols boisés et les sols naturels vers le blé sont légèrement supérieurs par rapport à ceux concernant le colza et le tournesol. Entre 1992 et 2004, 2 200 hectares de sols boisés et 5 400 hectares de sols naturels sont convertis en blé chaque année et le bilan net de ces transferts se fait en direction du blé. Sur la deuxième période ces flux bruts s'élèvent respectivement à 3 400 et 7 700 hectares par an mais le bilan net des transferts blé-sols boisés et blé-sols naturels se fait au détriment du blé. Ces changements d'usages directs depuis ces usages vers le blé restent cependant faibles et peuvent difficilement être attribués à une évolution des surfaces en blé non alimentaire, la majeure partie des surfaces en blé en France étant destinée à l'alimentation.

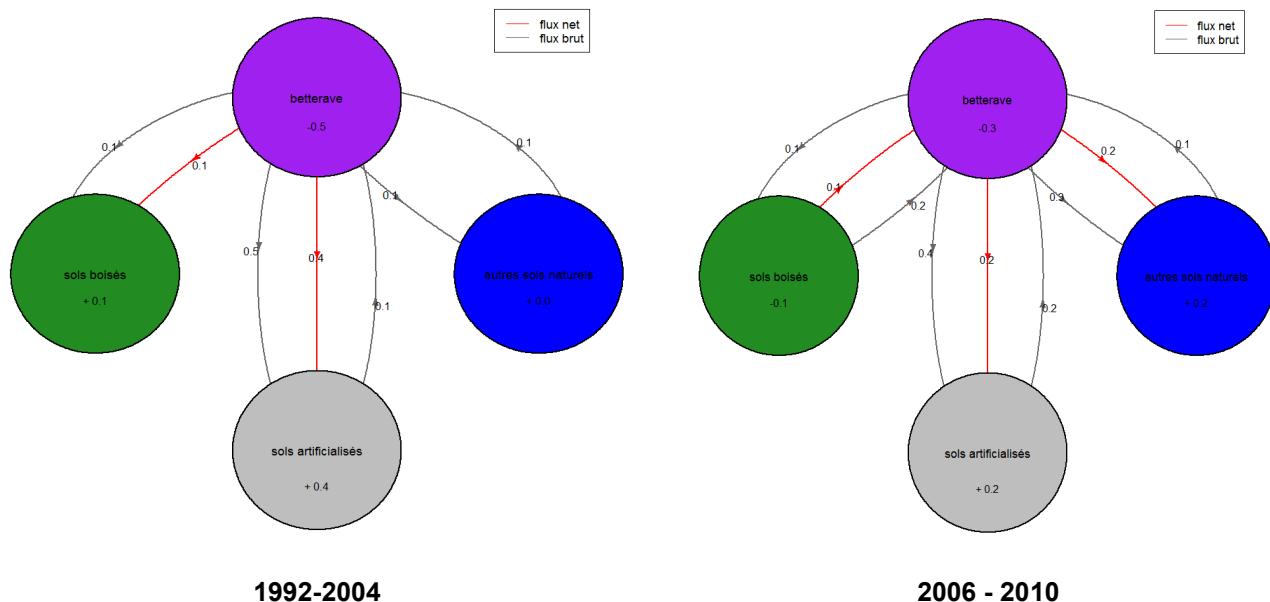
**Figure 17 : Echanges de surfaces entre le blé et les autres grandes catégories d'usages non agricoles (milliers d'ha par an)**



## 2.2.4. Betterave

Comme le montre la figure 18, les échanges entre les surfaces en betterave et les usages non agricoles sont très limités sur les deux périodes.

**Figure 18 : Echanges de surfaces entre la betterave et les autres grandes catégories d'usages non agricoles (milliers d'ha par an)**



Cette analyse confirme les premières conclusions tirées de l'analyse des échanges entre usages agricoles et non agricoles (section 2) à savoir que les évolutions des surfaces occupées par les cultures énergétiques ont eu peu d'impact direct sur les usages autres qu'agricoles.

## 2.3. Transferts de surface entre les cultures à destination alimentaire et énergétique et les autres usages agricoles :

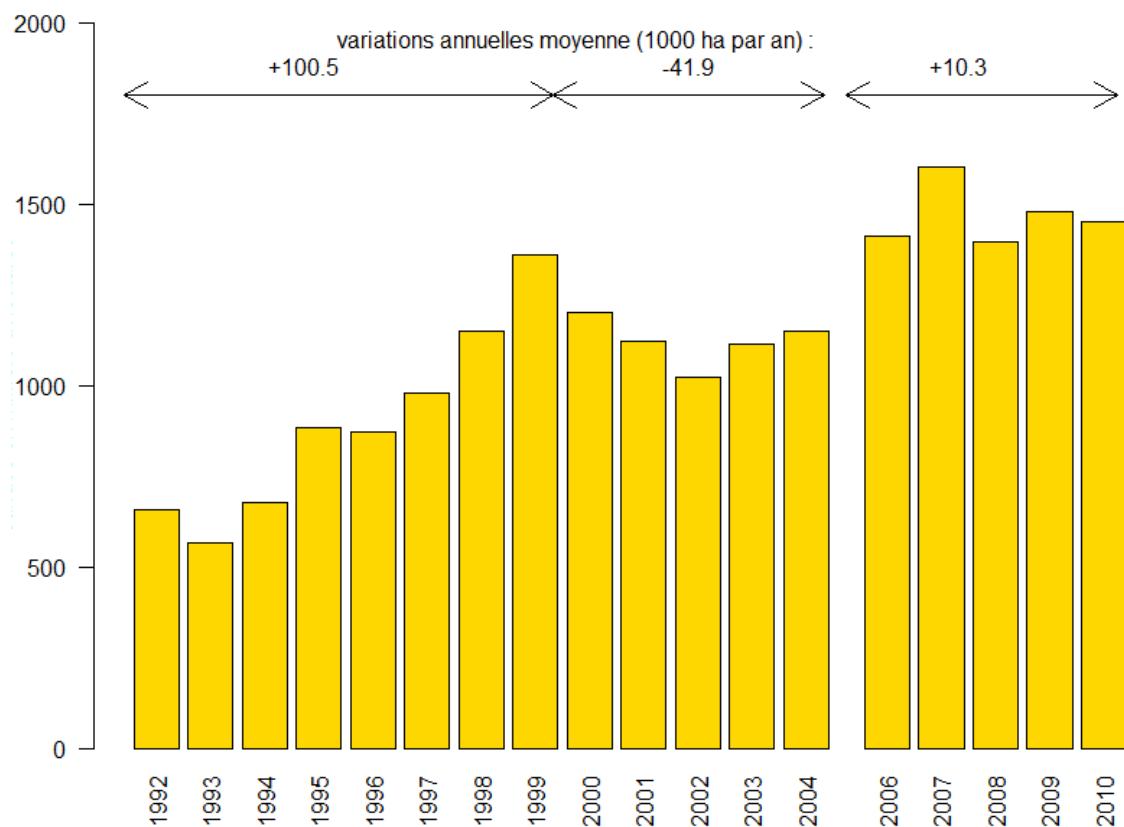
### 2.3.1. Colza

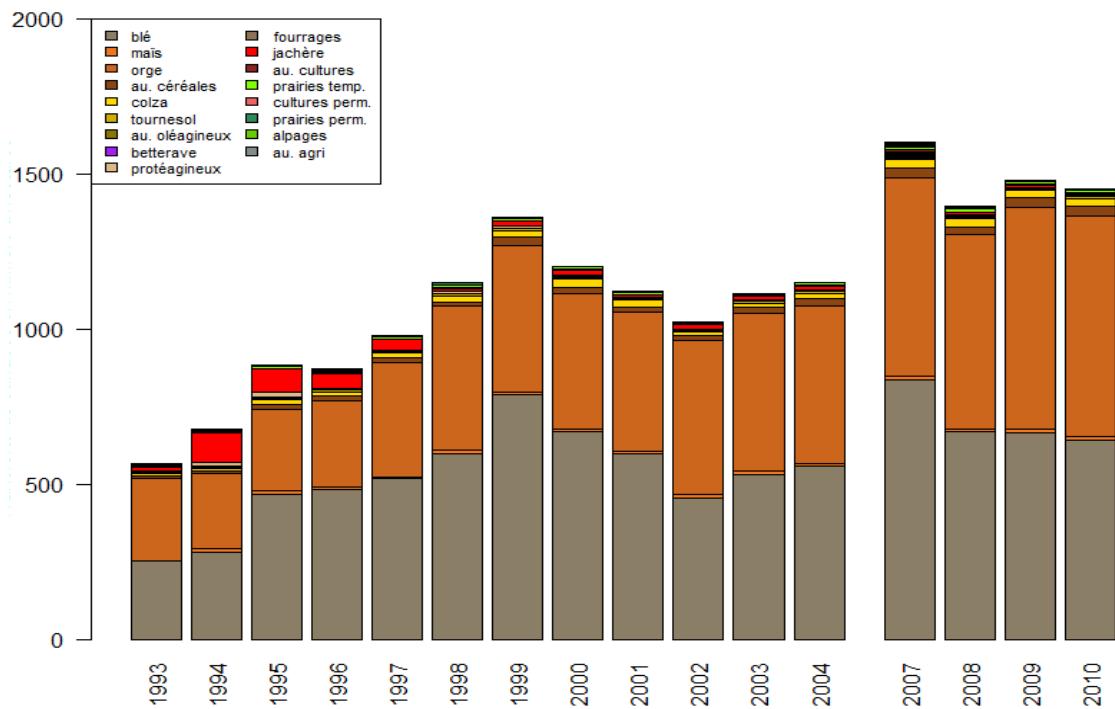
La figure 19 présente pour chaque année l'évolution des surfaces en colza (en haut) ainsi que les transferts de surface depuis chacun des usages agricoles vers le colza (en bas). Pour une année n de l'enquête, la surface transférée depuis un usage i vers le colza est calculée comme la surface qui était occupée par l'usage i pendant l'année n-1 et qui est occupée par du colza pendant l'année n. Il est à noter que les années 1992 et 2006 n'apparaissent pas sur la figure car nous ne disposons pas des données pour les années 1991 et 2005 respectivement nécessaires pour effectuer un tel calcul. Etant donné que les échanges entre le colza et les usages non agricoles sont très limités comme nous venons de le voir, on peut considérer que la somme pour chaque année des transferts depuis les usages agricoles vers le colza correspond à la surface en colza française. La figure 19 permet donc d'observer à la fois l'évolution des surfaces en colza et les modifications dans l'origine de ces surfaces.

La figure 19 montre que la majeure partie des surfaces en colza provient chaque année du blé et de l'orge, c'est-à-dire de cultures qui sont généralement associées au colza dans des rotations culturales.

La part de la surface en colza provenant de ces deux cultures augmente progressivement de 1993 à 1999 avec l'augmentation des surfaces en colza, ce qui suggère que le colza entre de plus en plus dans les rotations incluant ces deux cultures. Cette évolution peut s'expliquer en partie par le fait que les taux d'aide à l'hectare aux grandes cultures étaient très avantageux envers le colza durant cette période.

Entre 1999 et 2003, l'alignement progressif des taux d'aide à l'hectare entre les oléagineux et les céréales entraîne une diminution des surfaces en colza et de la part des surfaces en colza provenant du blé et de l'orge. Après l'introduction de l'aide aux cultures énergétiques en 2003-2004, on observe une reprise des surfaces en colza et des transferts depuis le blé et l'orge. En 2007, les surfaces en colza atteignent 1,6 millions d'hectares et semblent ensuite se stabiliser autour de 1,4-1,5 millions d'hectares.





**Figure 19 : Evolution des surfaces en colza (en haut) et des transferts de surface (en bas) depuis les usages agricoles vers le colza (milliers d'ha)**

Sur la figure 20 ci-dessous, les transferts de surface entre le colza et le blé et l'orge sont retirés, ce qui permet d'observer plus facilement les transferts depuis le reste des usages agricoles. Lors de la progression des surfaces en colza de 1992 à 1999, on observe que des transferts importants ont eu lieu depuis les terres mises en jachère vers le colza (autour de 100 000 hectares en 1994, 70 000 hectares en 1995).

Cette période est aussi caractérisée par une augmentation progressive des surfaces restant en colza au moins deux années consécutives comme le montre l'augmentation des transferts de surface depuis le colza vers le colza (en jaune). Enfin, des transferts moins importants ont également eu lieu depuis les protéagineux, les prairies temporaires et les autres cultures céréalières. Nos résultats divergent avec ceux de In Numeri sur ce point. La baisse des surfaces en protéagineux relevée par In Numeri est une tendance observée en France depuis les années 1990. Cette baisse s'explique par des raisons agronomiques mais surtout économiques (manque de compétitivité par rapport au soja importé, baisse des soutiens spécifiques à la culture depuis 1995). Nos résultats basés sur des observations des successions des usages des sols au niveau des parcelles montrent que le développement des surfaces des cultures concernées par les biocarburants (colza, tournesol, blé et betterave) ne s'est pas fait pour l'essentiel à partir des protéagineux.

La STH est relativement peu affectée par l'évolution du colza tout au long des deux périodes même si les transferts depuis les prairies permanentes vers le colza semblent être plus importants en 2007. Les transferts depuis la jachère diminuent après 1997 et sont très limités entre 2006 et 2010. On note cependant une progression des transferts depuis les autres céréales et le colza sur la seconde période.

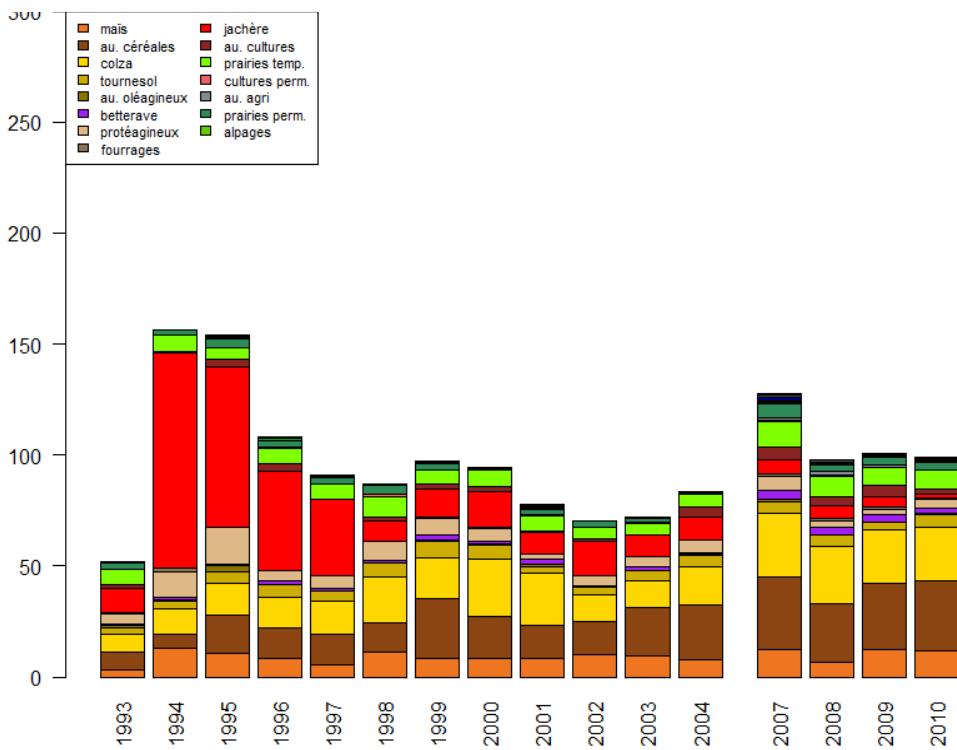
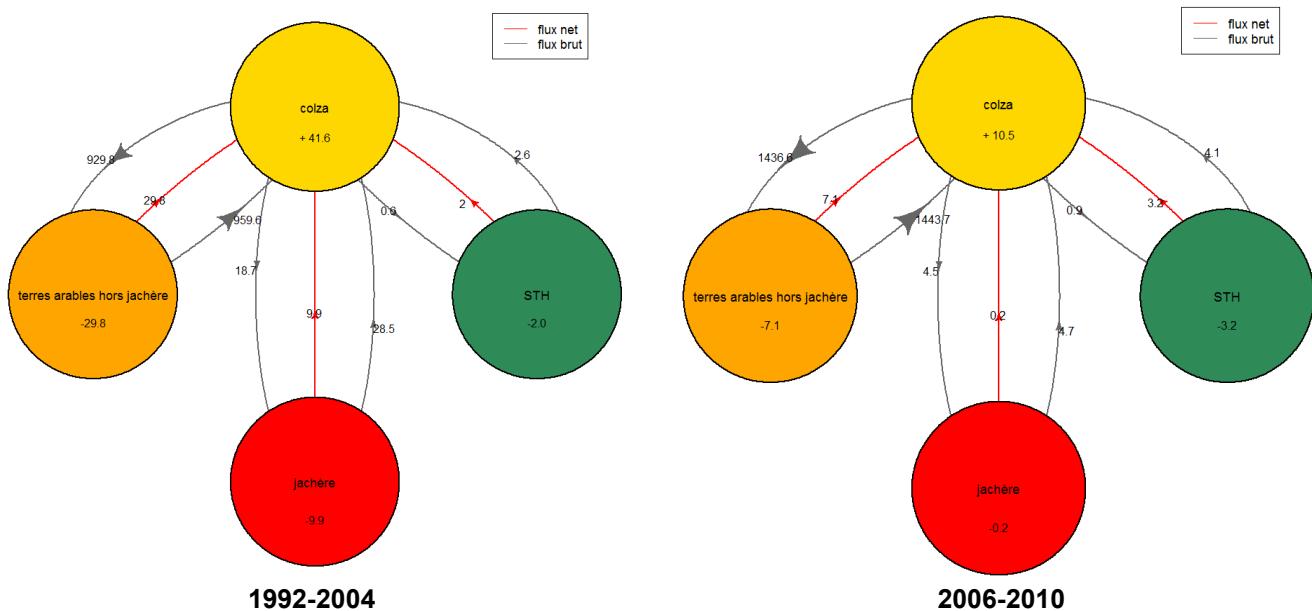


Figure 20 : Transferts de surface depuis les usages agricoles vers le colza, blé et orge exclus (1000 hectares)

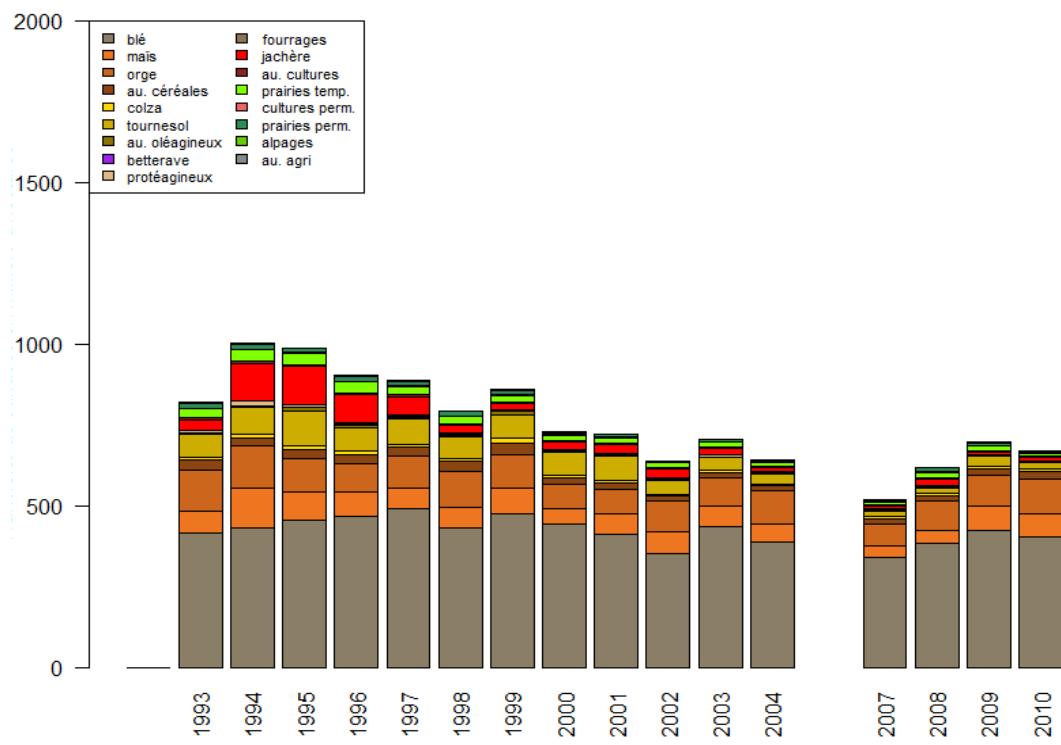
Les diagrammes de la figure 21 ci-après résument ces évolutions en montrant les échanges moyens de surface sur les deux périodes entre le colza d'une part et les terres arables hors jachère, la jachère et la STH d'autre part. De 1992 à 2004, les surfaces en colza ont en moyenne augmenté de 42 000 hectares par an principalement à partir du reste des terres arables hors jachère (flux net de 30 000 hectares par an) puis des terres mises en jachère (flux net de 10 000 hectares par an), la STH ne perdant qu'en moyenne 2000 hectares par an au profit du colza. Les flux bruts annuels élevés entre le colza et les terres arables hors jachères traduisent le fait que le colza soit inclus dans des rotations culturales faisant intervenir d'autres cultures. Le bilan net de ces flux en faveur du colza montre que le colza gagne chaque année environ 30 000 hectares au détriment des autres cultures arables. De 2006 à 2010, la progression du colza est moindre (10 500 hectares par an). Les transferts depuis les terres arables hors jachère se limitent à 7 000 hectares par an, ceux depuis la jachère sont pratiquement nuls et ceux depuis la STH s'accentuent légèrement (3 200 hectares par an) et ce malgré la réglementation qui interdit (sauf autorisation) le retournement des prairies permanentes depuis 2003.

Pour conclure, le développement des surfaces en colza s'est principalement fait par une redistribution des cultures au sein des terres arables hors jachère. Nous observons ainsi une augmentation de la fréquence du colza dans les rotations. L'augmentation des surfaces en colza s'est également fait par la conversion des terres mises en jachère 1993. L'impact du développement du colza sur la STH est resté limité même s'il conviendrait de mettre en relation les conversions de prairies permanentes dues au colza avec les variations du stock de carbone qu'elles ont engendrées pour déterminer l'impact direct du développement du colza.

**Figure 21 : Echanges de surfaces entre le colza et les autres catégories d'usages agricoles (milliers d'ha par an)**



### 2.3.2. Tournesol

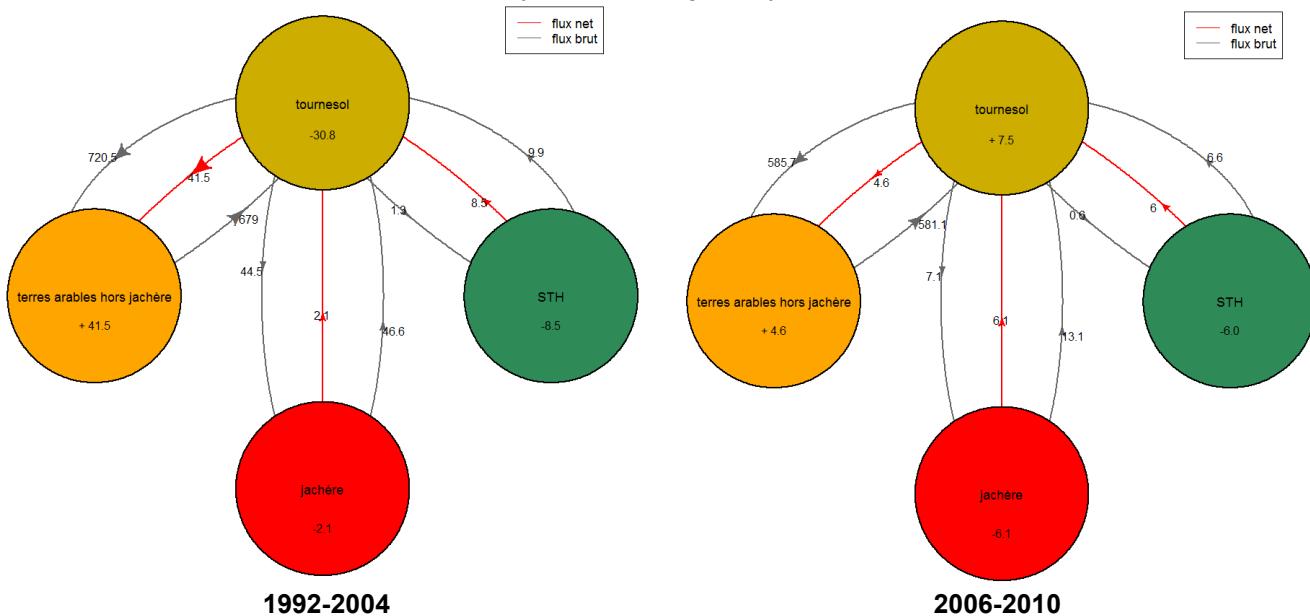


**Figure 22 : Transferts de surface depuis les usages agricoles vers le tournesol (milliers d'ha)**

La figure 22 présente les transferts de surfaces depuis chacun des usages agricoles vers le tournesol pour chaque année de l'échantillon. Entre 1992 et 2004, les surfaces en tournesol diminuent progressivement, après avoir augmenté en 1994 avec notamment d'importants transferts depuis les terres mises en jachère. La majeure partie des surfaces en tournesol provient chaque année des surfaces en blé, maïs et orge l'année précédente dans le cadre de rotations culturelles. Les transferts vers le tournesol depuis les autres cultures des terres arables tendent à diminuer au cours de la première période ce qui suggère que le tournesol est progressivement remplacé par d'autres cultures. Sur la deuxième période, cette tendance s'inverse et les surfaces en tournesol augmentent de nouveau.

Les diagrammes de la figure 23 résument les échanges annuels moyens de surface entre le tournesol et les usages agricoles ayant eu lieu sur les deux périodes. Entre 1992 et 2004, les surfaces en tournesol diminuent de 31 000 hectares par an. Le tournesol perd chaque année 42 000 hectares au profit des terres arables hors jachère ce qui confirme que le tournesol est progressivement remplacé par d'autres cultures. Les deux autres flux nets avec les terres en jachère et la STH se font néanmoins au profit du tournesol. Ainsi, même si les surfaces en tournesol diminuent progressivement au cours de cette période, il semble avoir un impact plus important que le colza sur la STH (8 500 de STH convertie en tournesol tous les ans). Entre 2006 et 2010, le flux depuis le tournesol vers les terres arables hors jachère diminue fortement alors que les deux autres flux se font toujours au profit du tournesol. Le tournesol progresse ainsi de 7 500 hectares par an. L'impact de ces évolutions sur la STH est encore une fois supérieur à celui du colza.

**Figure 23 : Echanges de surfaces entre le tournesol et les autres catégories d'usages agricoles (milliers d'ha par an)**



La progression des surfaces en tournesol a été moins importante que celles des surfaces en colza. Néanmoins l'impact de l'évolution des surfaces totales en tournesol sur la STH est plus important que dans le cas du colza, ce qui suggère que l'impact du tournesol sur les stocks de carbone est potentiellement plus important.

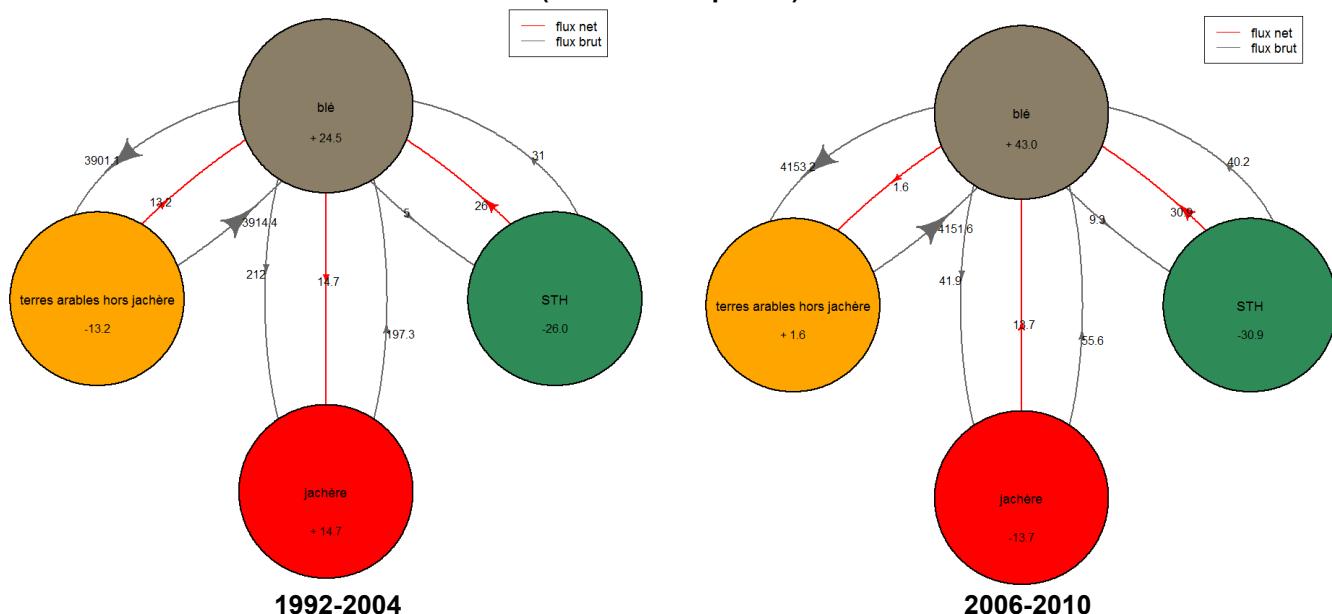
### 2.3.3. Blé

La figure 24 présente les transferts de surfaces entre le blé et les autres catégories d'usages des sols agricoles au cours des deux périodes. Entre 1992 et 2004, les surfaces en blé progressent en moyenne de 24 500 hectares par an. La figure montre que les surfaces en blé perdent en moyenne environ 15 000 hectares par an au profit des terres en jachère sur la période. Mais la mise en jachère

d'une part importante des surfaces en blé a principalement été effectuée entre 1992 et 1993 avec l'introduction de la jachère obligatoire (environ 500 000 hectares de blé ont été mis en jachère). Malgré une reprise depuis ces terres mises en jachère vers le blé de 1994 à 2004, le bilan des transferts sur la première période jachère-blé se fait au détriment du blé comme le montre le diagramme. Le bilan des transferts entre le blé d'une part et les terres arables hors jachère et la STH d'autre part est à l'inverse en faveur du blé sur la période de 1993 à 2004. Le blé gagne chaque année environ 13 000 hectares sur les autres cultures arables et 26 000 hectares sur la STH. L'impact du blé sur la STH est donc bien plus important que celui des deux cultures précédemment étudiées. Cet impact peut néanmoins difficilement être directement attribué au développement des biocarburants étant donné que la majeure partie de la production en blé sur cette période était à destination alimentaire.

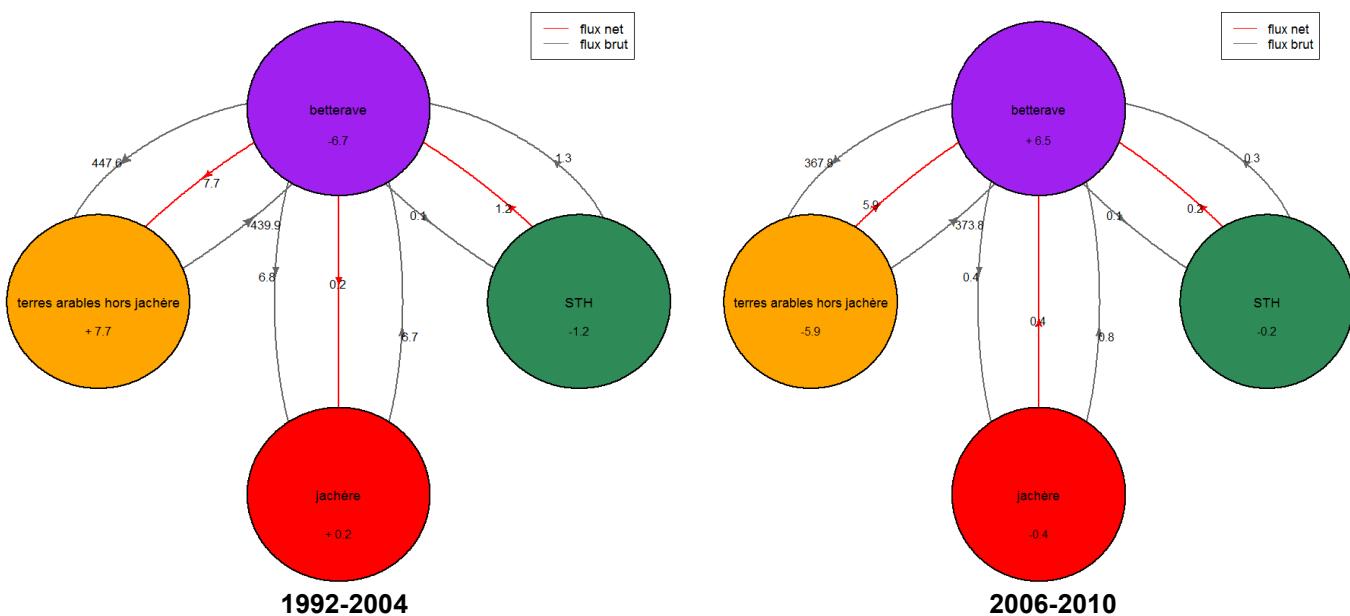
La période de 2006 à 2010 est caractérisée par une reprise du blé au détriment des surfaces en jachère et une accentuation du flux net depuis la STH vers le blé qui s'élève à 31 000 hectares par an. La progression des surfaces en blé sur cette période est d'environ 43 000 hectares par an.

**Figure 24 : Echanges de surface entre le blé et les autres catégories d'usages agricoles (milliers d'ha par an)**



### 2.3.4. Betterave

**Figure 25 : Echanges de surface entre la betterave et les autres catégories d'usages agricoles (milliers d'ha par an)**



La figure 25 présente les transferts de surfaces entre la betterave et les autres catégories d'usages des sols agricoles au cours des deux périodes. Entre 1992 et 2004, les surfaces en betterave diminuent d'environ 7 000 hectares par an et les transferts se limitent principalement à une baisse des surfaces en betterave au profit des autres cultures arables hors jachère, les transferts entre les surfaces en betterave d'une part et les terres en jachère et la STH d'autre part restant très limités sur cette période. Entre 2006 et 2010, les surfaces en betterave connaissent l'évolution inverse et gagnent en moyenne 6 500 hectares par an au détriment des terres arables hors jachère principalement.

### 3. Analyse départementale des changements d'occupation des sols liés aux cultures à destination alimentaire et énergétique

#### 3.1. Colza

Les cartes de la figure 26 ci-dessous présentent l'évolution de la part de la SAU occupée par le colza à l'échelle départementale. Elles montrent que la progression des surfaces cultivées en colza s'est concentrée sur un nombre limité de départements (une vingtaine au maximum), mais dans des proportions significatives. Sur la période de 1993 à 2004, le colza s'est surtout développé autour des régions Centre, Ile de France, Lorraine, Bourgogne et Champagne-Ardenne où le colza y dépasse 6% de la SAU pour la plupart des départements en 2004. Entre 2004 et 2006, la progression du colza se poursuit dans ces régions, la part du colza dépassant 12 % de la SAU dans plusieurs départements. Sur la période de 2006 à 2010, le développement du colza continue dans les mêmes régions et s'étend, notamment en Picardie et en Haute-Normandie.

Figure 26 : Evolution de la part de la SAU des départements occupée par le colza

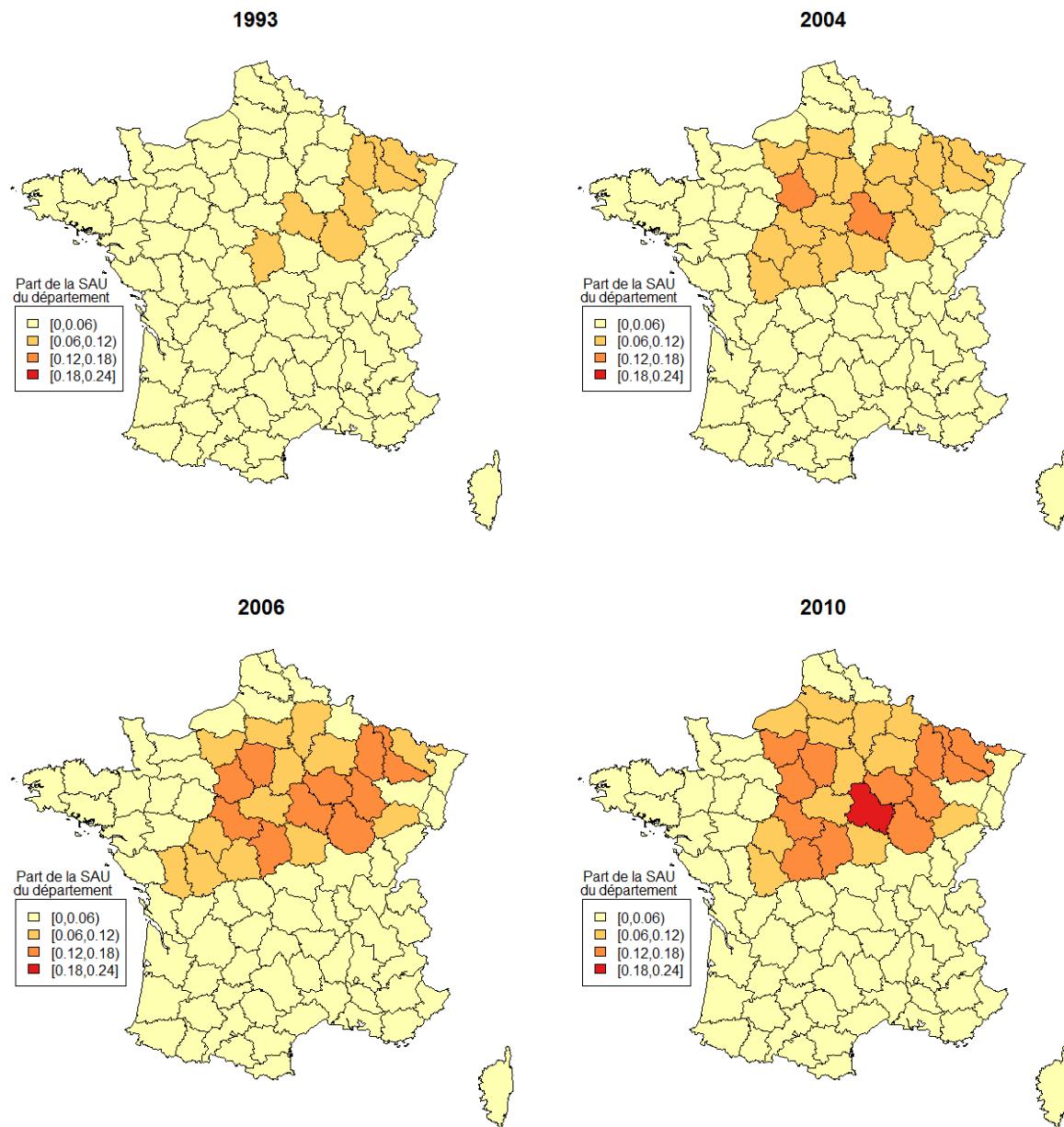
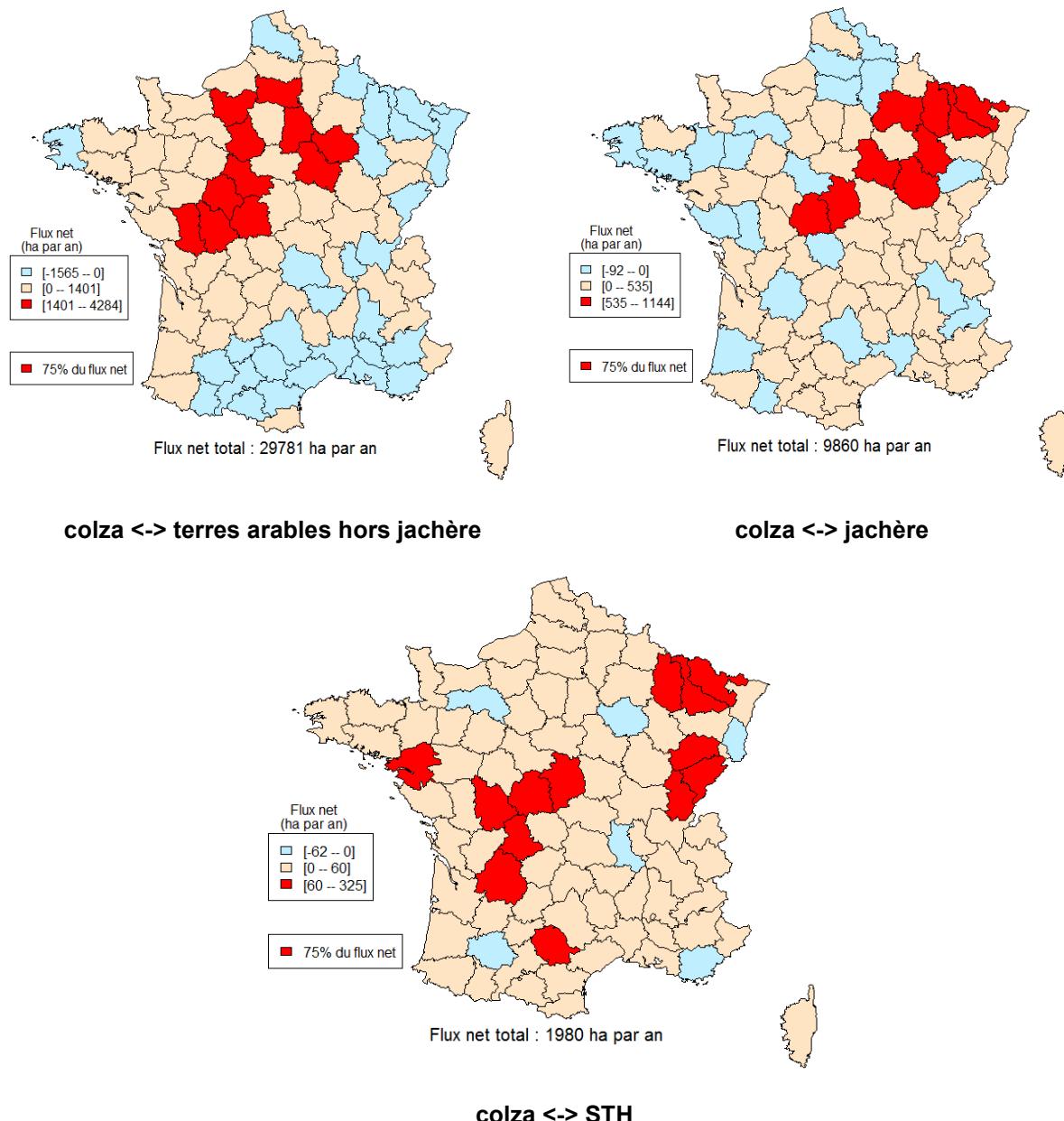


Figure 27 : Répartition départementale des flux nets entre le colza et les autres catégories d'usages des sols agricoles entre 1992 et 2004 (hectares par an)



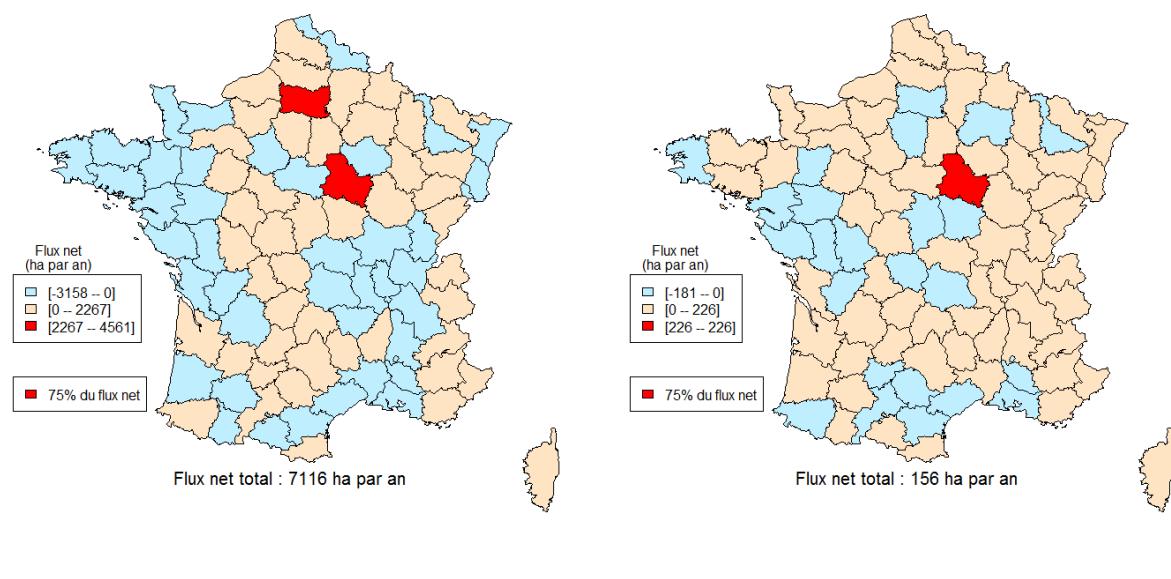
Les cartes des figures 27 et 28 présentent les principaux flux nets entre le colza d'une part et les terres arables hors jachère, les surfaces en jachère et la STH d'autre part, à l'échelle départementale sur chacune des deux périodes. Elles permettent d'observer la répartition départementale des transferts de surfaces évoqués dans la figure 21. Les départements en rouge sont ceux dont la somme des flux représente 75% du flux net correspondant à l'échelle nationale.

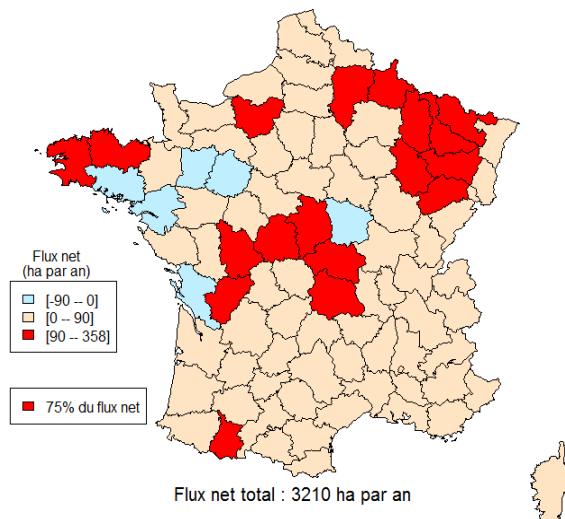
Les cartes de la figure 27 pour la période de 1992 à 2004 mettent en évidence que la majeure partie des flux entre le colza et les autres catégories d'usages agricoles se concentre sur un nombre réduit de départements. D'autre part, l'origine des surfaces en colza diffère selon les départements. En effet, dans certains départements, la progression du colza se fait principalement à partir des terres arables hors jachère (Oise, Eure, Eure et Loire, Seine et Marne, Loir et Cher, Indre et Loire) alors qu'elle se fait principalement à partir des terres mises en jachère dans d'autres (Côte d'or, Cher, Marne et Haute-Marne).

Dans certains départements, les surfaces en colza proviennent de plusieurs catégories d'usages (l'Indre cumule 3 catégories de provenance, le Cher cumule terres mises en jachère et STH). Les transferts de surfaces depuis la STH vers le colza sont quant à eux relativement limités par rapport à ceux provenant des deux autres catégories (inférieurs à 325 hectares par an).

Les cartes de la figure 28 montrent que les transferts depuis les terres arables hors jachère vers le colza sont moins importants entre 2006 et 2010. La majeure partie du flux net à l'échelle nationale se concentre sur deux départements, l'Yonne et l'Oise. Les flux provenant de la jachère sont quasiment inexistant. Les flux provenant de la STH sont encore une fois relativement limités (inférieurs à 350 hectares par an) même s'ils concernent plus de départements que pendant la première période (18 contre 13, avec une augmentation d'un tiers environ pour le flux net total).

**Figure 28 : Répartition départementale des flux nets entre le colza et les autres catégories d'usages des sols agricoles entre 2006 et 2010 (hectares par an)**



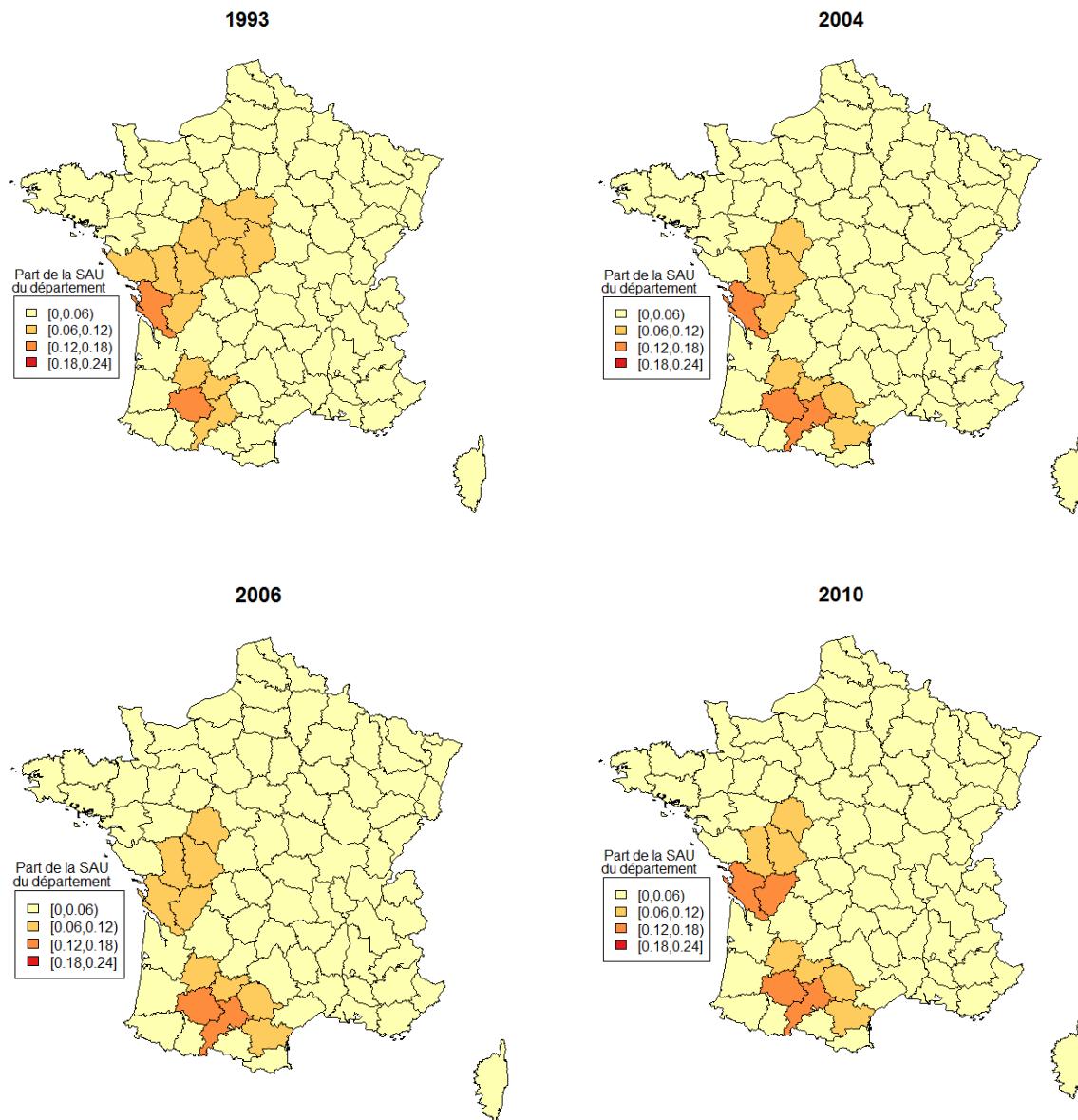


La progression du colza se fait principalement par une augmentation de la fréquence du colza dans les rotations ou une redistribution des cultures au sein des terres arables dans certains départements alors qu'elle provient d'une reprise sur les terres mises en jachère dans d'autres. L'expansion des surfaces en colza s'est faite principalement dans des bassins de grandes cultures par une réallocation des terres arables. Les CAS en provenance des STH vers le colza restent assez marginaux même si les flux les plus importants ont eu lieu avant 2005, soit dans des premières périodes de croissance des quantités de biodiesel produites mais avant la réelle montée en puissance des incorporations.

### 3.2. Tournesol

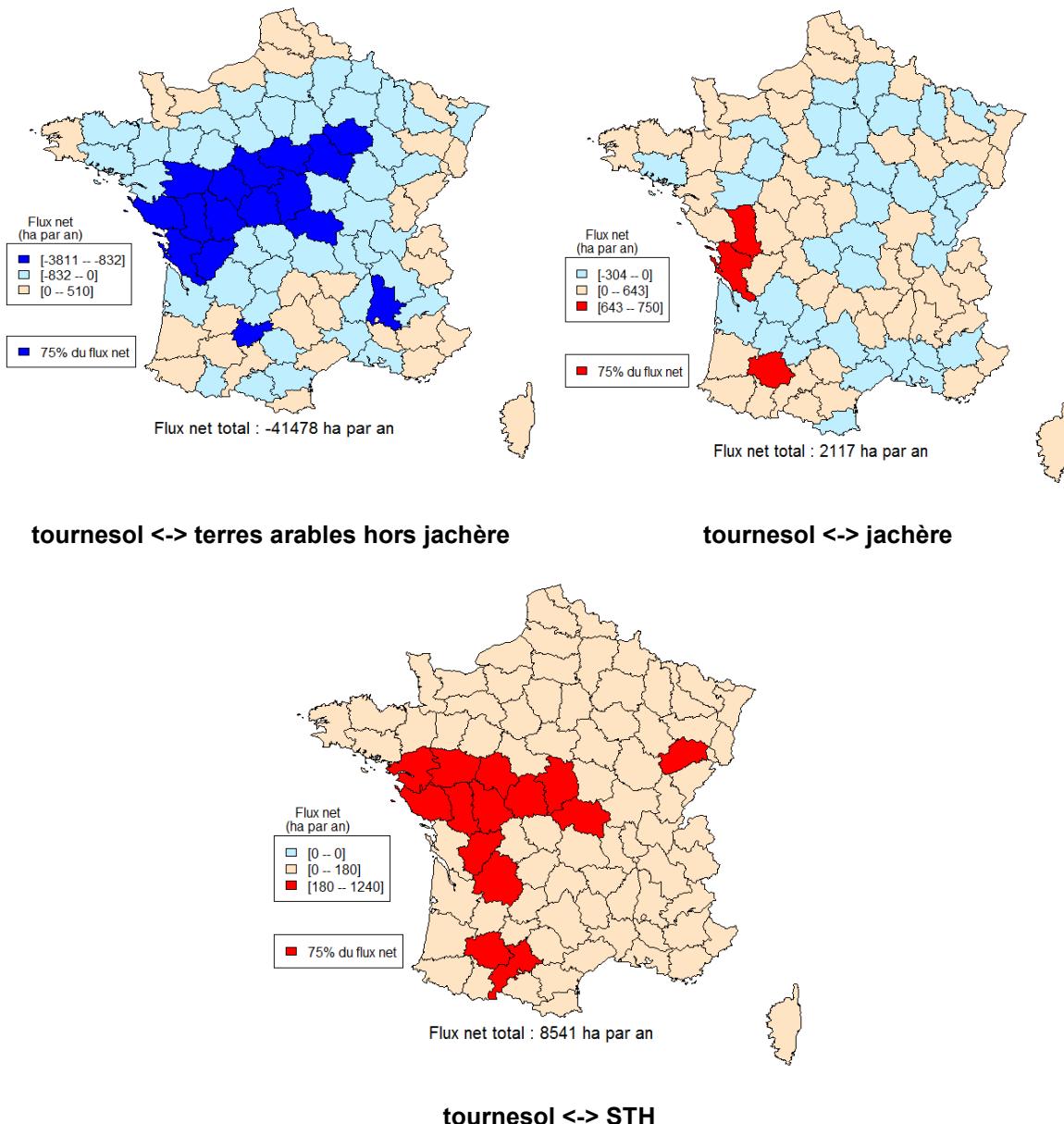
L'évolution de la part de la SAU des départements occupée par le tournesol montre que la progression du tournesol a été très limitée sur les deux périodes. Entre 1993 et 2004, la part occupée par le tournesol diminue dans les départements de la région Centre alors qu'elle augmente dans certains départements des régions Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon. Entre 2006 et 2010, la part de la SAU occupée par le tournesol progresse essentiellement en Poitou-Charentes.

**Figure 29 : Evolution de la part de la SAU des départements occupée par le tournesol**



Les figures 30 et 31 présentent la répartition départementale des flux de surfaces entre le tournesol et les autres catégories agricoles. Entre 1992 et 2004, le tournesol perd des surfaces au profit des autres cultures arables dans la majeure partie des départements (notamment dans les régions Centre et Poitou-Charentes). La reprise du tournesol sur les terres mises en jachère est limitée à quelques départements. Les transferts depuis la STH vers le tournesol sont cependant plus importants que dans le cas du colza et se concentrent sur certains départements des régions Centre, Poitou-Charentes, Pays de la Loire, Aquitaine et Midi-Pyrénées.

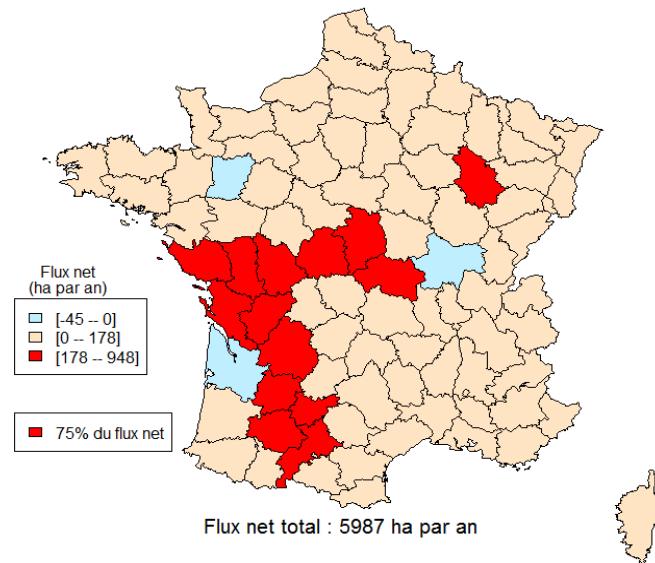
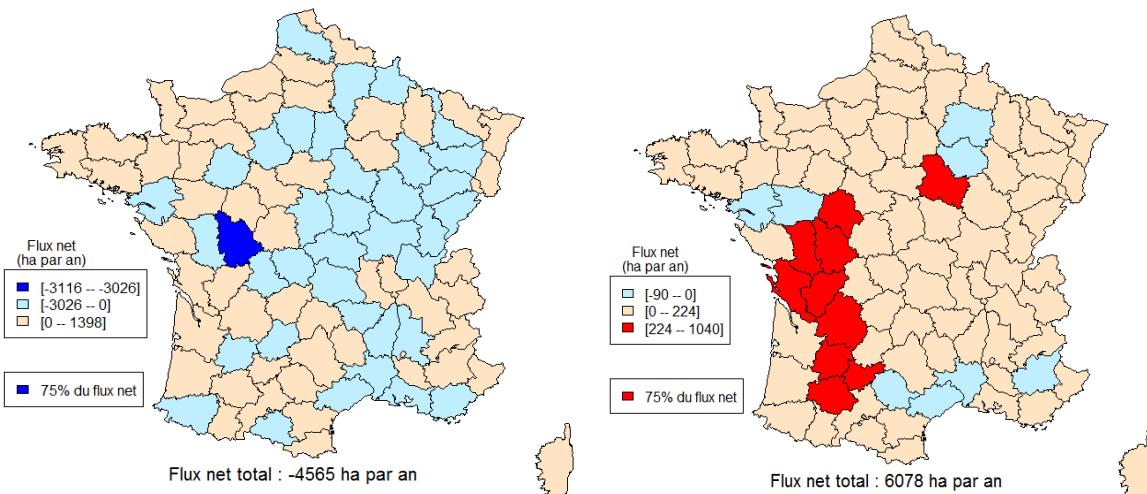
**Figure 30 : Répartition départementale des flux nets entre le tournesol et les autres catégories d'usages des sols agricoles entre 1992 et 2004 (hectares par an)**



Entre 2006 et 2010, les conversions de terres depuis la STH vers le tournesol se poursuivent au sein des mêmes régions. Les transferts de surface depuis la jachère vers le tournesol s'accentuent notamment en Poitou-Charentes, Aquitaine et Midi-Pyrénées. Les transferts vers les terres arables hors jachère quant à eux sont plus restreints que lors de la première période. Ces évolutions sont à l'origine de la légère progression des surfaces nationales en tournesol sur la deuxième période.

On remarque que les régions où le tournesol occupe une part importante de la SAU sont séparées dans l'espace de celles où le colza est produit. L'expansion des surfaces en tournesol a eu lieu dans des zones mixtes (grandes cultures/élevage) et essentiellement au détriment des prairies.

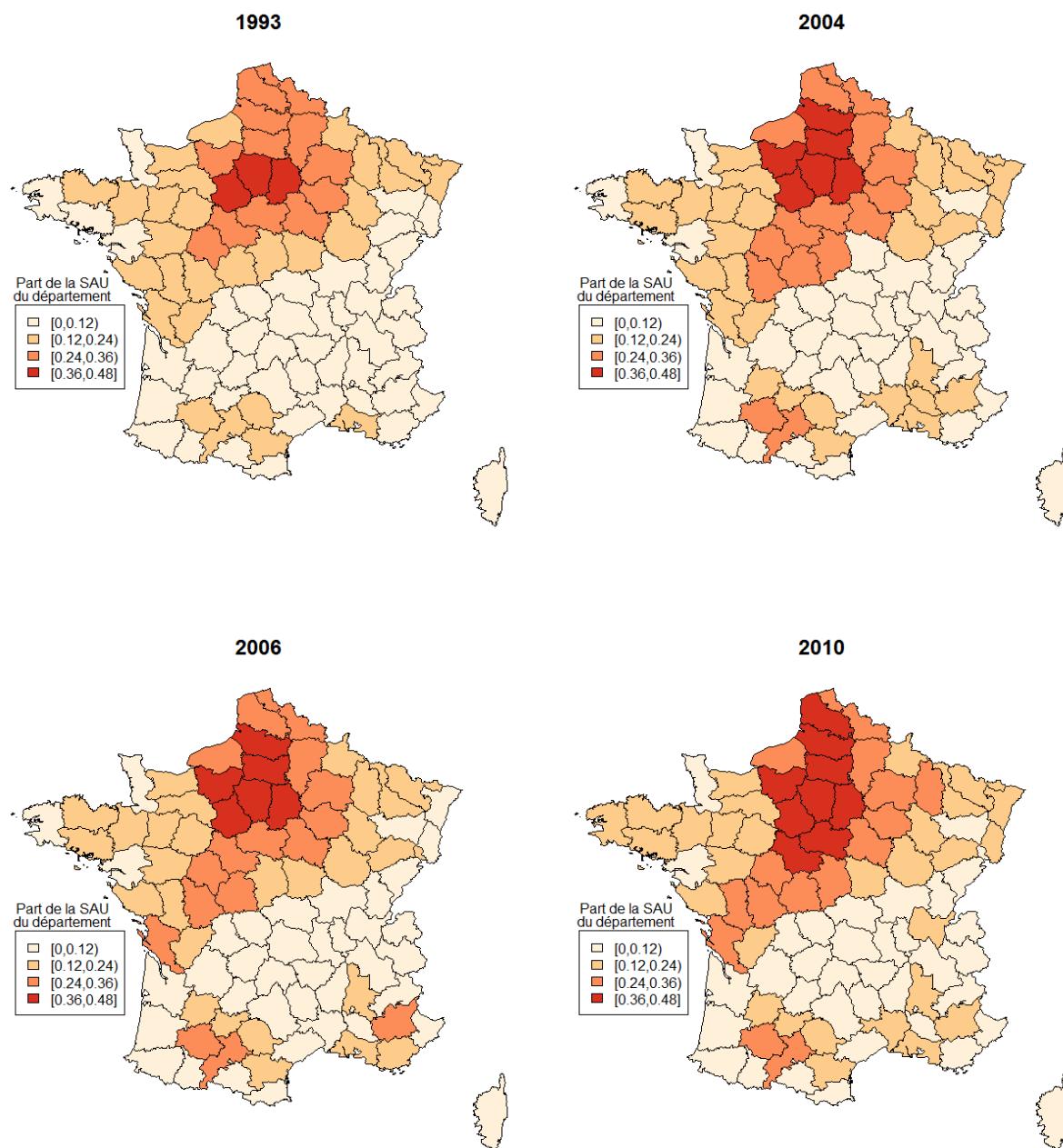
Figure 31 : Répartition départementale des flux nets entre le tournesol et les autres catégories d'usages des sols agricoles entre 2006 et 2010 (hectares par an)



### 3.3. Blé

La progression des surfaces en blé sur les deux périodes se concentre globalement autour des principaux bassins de production du blé dans les régions Ile de France, Picardie, Haute Normandie et Centre. Sur les deux périodes la progression des surfaces en blé se fait principalement par une augmentation de la part de la SAU consacrée au blé dans les départements déjà producteurs avec des départements passant de moins à plus de 36 % de la SAU en blé (Oise, Somme, Pas-de-Calais, Eure, Loiret, Loir-et-Cher) et d'autres passant de moins à plus de 24 % de la SAU en blé (ex : Meuse, Cher, Indre, Deux-Sèvres...).

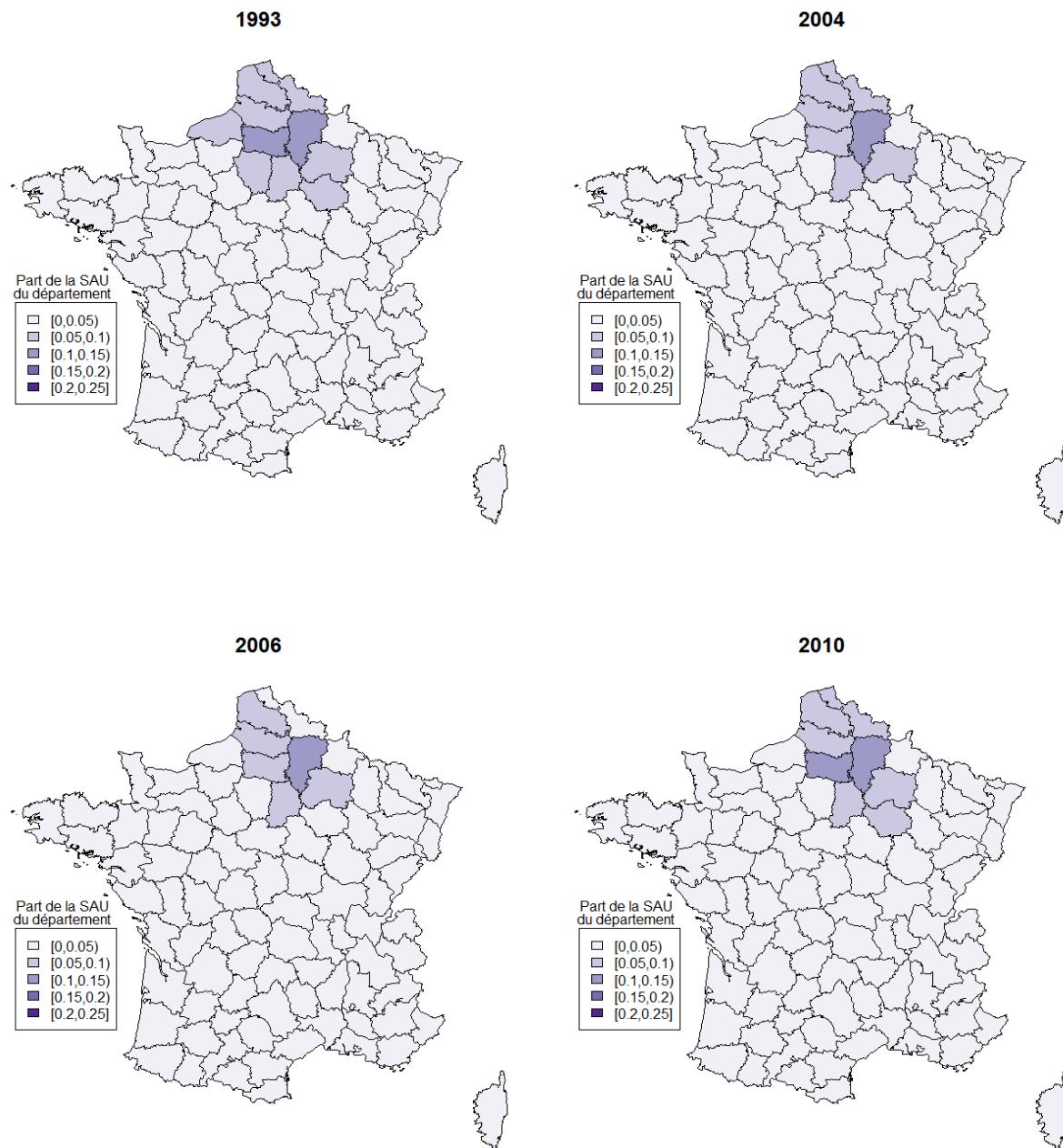
Figure 32 : Evolution de la part de la SAU des départements occupée par le blé



### 3.4. Betterave

Comme le montrent les cartes ci-dessous, l'évolution de la part de la SAU occupée par la betterave est très limitée sur les deux périodes et ne concerne quelques départements du nord de la France.

**Figure 33 : Evolution de la part de la SAU des départements occupée par la betterave**



## Partie 3 : Emissions de gaz à effets de serre liées aux changements d'affectation des sols induits par le développement des cultures énergétiques

Le bilan des émissions de GES issues des changements d'utilisation des terres est devenu un aspect important et controversé des politiques de soutien aux biocarburants. Les incertitudes qui ressortent dans l'analyse de ce bilan concernent essentiellement les changements d'usage des sols induits par de telles politiques. Ainsi, convertir des forêts ou des prairies en terres agricoles peut provoquer des émissions de GES. Dans le cas des cultures à destination énergétiques, ceci peut conduire à ce que les émissions totales de GES des biocarburants soient supérieures à celles des carburants fossiles. Le niveau d'émission de GES suite à un changement d'usage des sols dépend de la proportion de carbone dans le sol converti. Les niveaux de carbone sont très variables dans les sols en forêts ou en prairies mais ils en contiennent en général plus que les terres agricoles. Une autre source d'incertitude concerne les pratiques agricoles qui jouent un rôle déterminant dans le bilan GES des produits agricoles et donc des biocarburants issus de ces produits. Les émissions de  $N_2O$  peuvent augmenter en cas d'intensification due à l'utilisation des engrains.

L'objectif ici est d'évaluer les émissions de gaz à effets de serre liées aux changements d'affectation des sols directs induits par le développement des cultures énergétiques.

### 1. Emissions liées aux changements d'utilisation des sols en France, généralités

Les usages des sols (et leurs changements) influent sur le cycle du carbone dans les sols et la biomasse aérienne, soit en favorisant le stockage de carbone (puits), soit, au contraire, en libérant du  $CO_2$  dans l'atmosphère (sources). Cet ensemble - regroupé sous le terme « Utilisation des Terres, leurs Changements, et la Forêt » (UTCf) - constitue un puits net d'environ 41 Mt $CO_2$ eq pour la France métropolitaine en 2010 (CITEPA, 2012). Les émissions liées à la conversion de terres en cultures constituent quant à elles une source d'émissions qui s'élèvent à 12.5 Mt $CO_2$ eq en 2010, le puits étant en majeure partie constitué par les conversions de terres en forêts et l'accroissement du stock de carbone dans les forêts existantes (puits de 53 Mt $CO_2$ eq en 2010).

La figure 34 présente l'évolution des émissions par source/catégorie d'usage issue des inventaires 2012 réalisés par le CITEPA. La courbe bleue représente les émissions nettes totales qui correspondent à la somme des émissions de chacune des sources. Sur les deux sous-périodes de 1992-2004 et 2006-2010 que nous analysons dans la suite de cette étude, le puits nets moyen s'élève à 38 Mt $CO_2$ eq et 48 Mt $CO_2$ eq par an respectivement alors que les émissions liées à la conversion de terres vers les cultures s'élèvent à 14 Mt $CO_2$ eq et 13 Mt $CO_2$ eq par an respectivement.

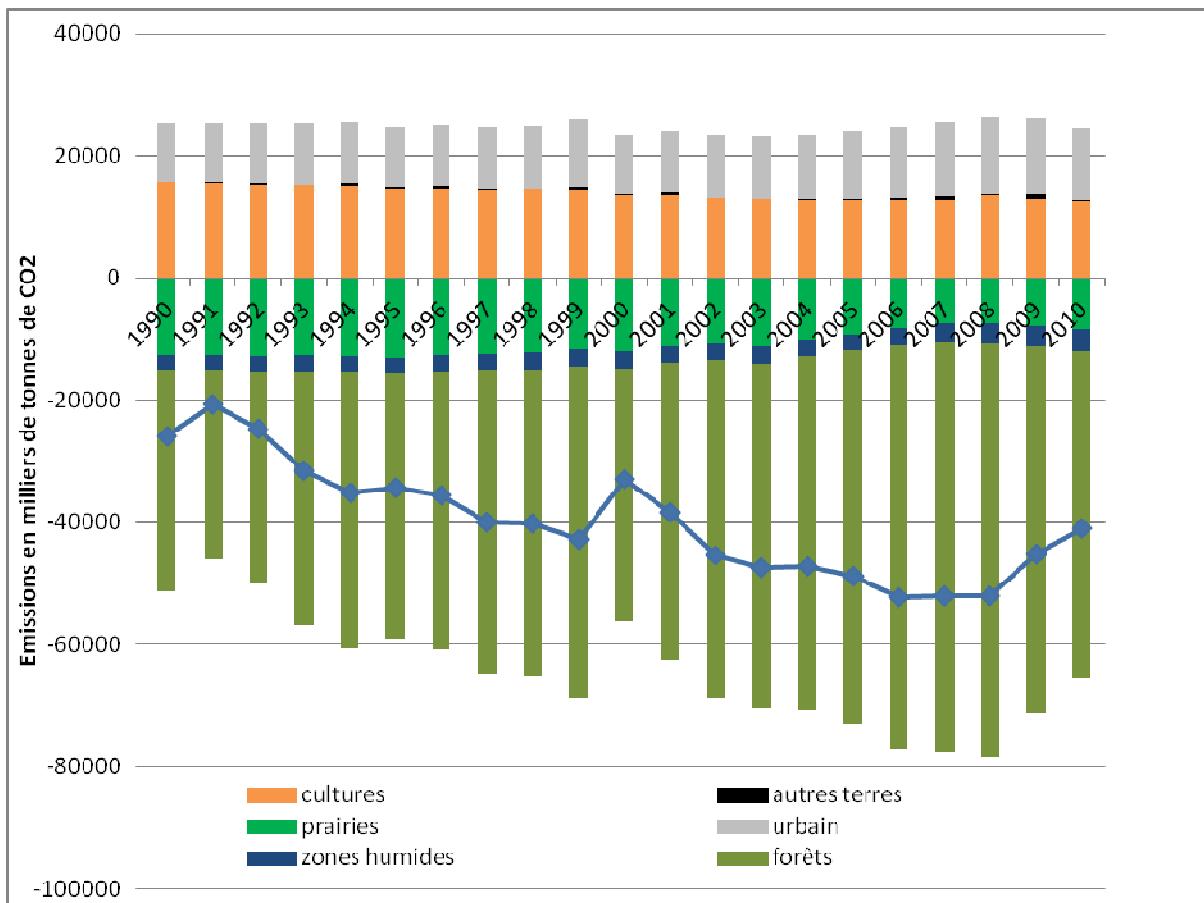


Figure 34 : Emissions liées à l'« Utilisation des Terres, leurs Changements, et la Forêt » (UTCf) par source d'émissions et émissions nettes totales entre 1990 et 2010 (source : CITEPA (2012))

## 2. Données utilisées : facteurs d'émissions du CITEPA

Le calcul des émissions de gaz à effet de serre liées aux CAS résulte du produit de *variables d'activité* et de *facteurs d'émission*. Les variables d'activité sont données par les surfaces passant d'un usage des sols à un autre entre l'année  $t-1$  et  $t$  observées au niveau des points TERUTI. À chaque couple d'usage ( $i, k$ ), est associé un facteur d'émission nette disponible au niveau des régions correspondant à la source (+) ou au puits (-) net (exprimé en  $t\text{CO}_2\text{eq}.\text{ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ ) dû au passage d'un hectare dédié à l'usage  $i$  à l'année  $t-1$  à l'usage  $k$  en  $t$ . Ces facteurs d'émission peuvent varier à la fois dans le temps et l'espace. Les émissions de GES sont ainsi calculées en multipliant les matrices de transitions des CAS à l'échelle des départements et les facteurs d'émissions disponibles à l'échelle des régions.

Les facteurs moyens d'émissions nettes sont tirés des données utilisées pour l'inventaire du CITEPA (7) (cf. tableau 1). Les quantités de carbone correspondant à chacune des cases de cette matrice sont converties en  $t\text{CO}_2\text{eq}$  ( $1\text{tC}=44/12\text{tCO}_2\text{eq}$ ). Ces facteurs recouvrent les changements

<sup>7</sup>. Nous remercions Etienne Mathias (CITEPA) pour avoir mis à notre disposition les coefficients UTCf régionaux utilisés dans les inventaires.

intervenant à la fois dans la biomasse aérienne et dans le sol. Pour ce qui concerne la biomasse forestière, ils résultent du croisement de données d'accroissement issues de l'Inventaire Forestier National (qui varient en fonction des essences, de la structure des classes d'âge et des grandes régions forestières) et des données de récoltes de bois. Les différents compartiments de carbone (biomasse aérienne, bois mort, litière) sont caractérisés par des dynamiques spécifiques. Il convient de noter que, par convention, le carbone stocké dans les produits du bois est considéré comme une source.

Les facteurs associés au carbone stocké dans les sols sont tirés des estimations de stocks spécifiques à chaque couple (usage, région) établies par l'équipe INFOSOL (INRA Orléans). Le calcul des facteurs annuels repose sur l'hypothèse d'une transition linéaire sur 20 ans entre le stock de carbone dans le sol associé à l'usage de départ et celui associé à l'usage d'arrivée. Dans l'ensemble, les facteurs d'émissions associés à chaque case de la matrice de transition varient dans le temps en fonction de la dynamique du carbone dans les différents compartiments, de la productivité et/ou de la structure de classes d'âge des forêts.

Le tableau 1 présente les moyennes des facteurs d'émissions utilisées pour calculer les émissions liées aux changements d'utilisation des sols depuis un ensemble de catégorie d'usages des sols (colonne usage initial) vers les cultures. Les coefficients que nous utilisons dans cette analyse sont régionaux et il est important de noter que les moyennes présentées dans le tableau masquent les variations interannuelles ou interdépartementales (cf. tableau 1). Ces variations sont prises en compte dans le calcul des émissions liées aux CAS. D'autre part, les facteurs d'émissions que nous utilisons ici sont issus des inventaires 2009 réalisés par le CITEPA et peuvent être différents des facteurs utilisés dans les inventaires plus récents mais pour lesquels nous ne disposons pas de données régionales. Enfin, nous ne présentons ici que les facteurs d'émissions associés aux conversions de terres vers les sols cultivés car ce sont les seuls nécessaires au bilan des émissions dues aux conversions de terres induits par les biocarburants. Les facteurs présentés ci-dessous correspondent à la somme des facteurs d'émissions correspondant aux différents compartiments de carbone (biomasse aérienne et bois mort pour les usages forestiers, carbone dans le sol pour tous les usages y compris la forêt).

**Tableau 1 : Moyenne des coefficients d'émissions liés aux changements d'utilisation des sols depuis chaque usage initial vers les sols cultivés (en tCO<sub>2</sub>-eq par hectare)**

Usage initial	1992-2004	2006-2010
Cultures	0.00	0.00
Forêts de feuillus	353.55	413.39
Forêts de résineux	158.96	210.64
Forêts mixtes	175.91	121.03
Peupleraies	120.19	88.33
Prairies	70.01	70.01
Zones artificialisées	0.00	0.00
Zones humides	0.00	0.00
Autres usages	0.00	0.00

Source : CITEPA (2009)

### **3. Emissions de gaz à effets de serre liées aux changements d'affectation des sols à l'échelle nationale**

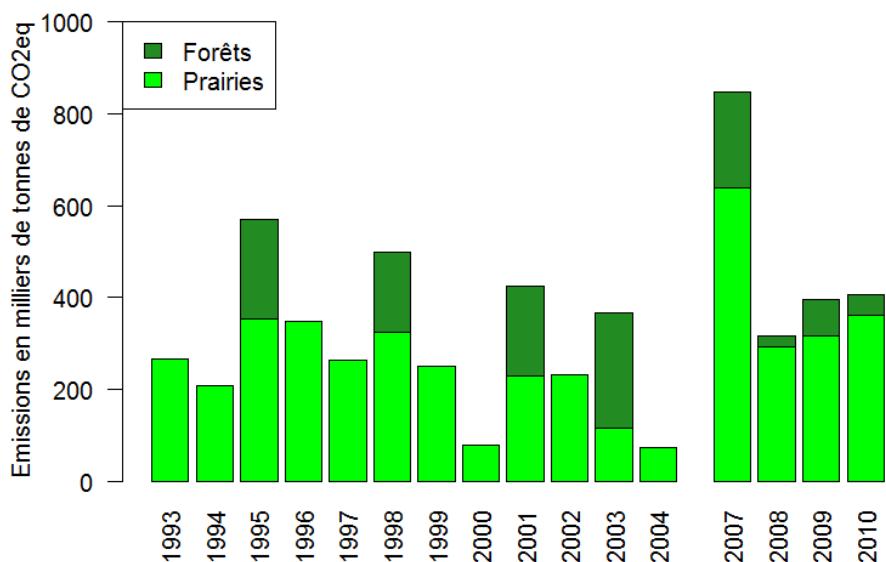
Nous analyserons ici pour les deux périodes 1992-2004 et 2006-2010 dans un premier temps l'évolution à l'échelle nationale des émissions de GES dues aux CAS directs vers les surfaces totales en cultures utilisées pour la consommation humaine et la production de biocarburants: colza, tournesol, blé, betterave. Les émissions induites par le développement de chaque culture sont

calculées à partir des transitions entre usages des sols (cf. partie 2 de cette étude) et des coefficients d'émissions régionaux évoqués ci-dessus. Comme le montre le tableau 2, ce sont les transferts des surfaces depuis les prairies et depuis la forêt qui constituent des sources d'émissions de GES selon les coefficients d'émissions du CITEPA. C'est donc sur ces deux types de conversions de terres que se concentrera notre analyse.

### 3.1. Colza

La figure 35 présente les émissions de gaz à effet de serre annuelles liées aux changements d'utilisation des sols depuis les prairies et les forêts vers le colza à l'échelle de la France métropolitaine. Selon les calculs effectués, le développement des surfaces en colza est responsable en moyenne de l'émission de 347 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> par an sur l'ensemble des deux périodes. La majeure partie des émissions est liée à des transferts de surface entre prairies et colza (272 000 tonnes par an en moyenne) alors que les émissions liées aux transferts depuis les forêts vers le colza ne représentent que 75 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> par an en moyenne.

Ceci confirme les résultats de la partie 2 de cette étude qui mettaient en avant que le développement du colza a eu peu d'impacts sur les sols boisés et ce sur les deux périodes considérées. On note cependant que l'année 2007, année où la superficie représentée par le colza a atteint son maximum, a été marquée par une hausse significative des émissions (846 000 tonnes eq CO<sub>2</sub>) due à une conversion importante de prairies vers le colza. Les émissions liées au développement du colza restent cependant limitées et ne représentent en moyenne que 2,5% des émissions liées aux transferts de terres vers les cultures (évaluées à 14,1 MtCO<sub>2</sub>eq et 12,8 MtCO<sub>2</sub>eq par an en moyenne pour les périodes 1992-2004 et 2006-2010 respectivement).

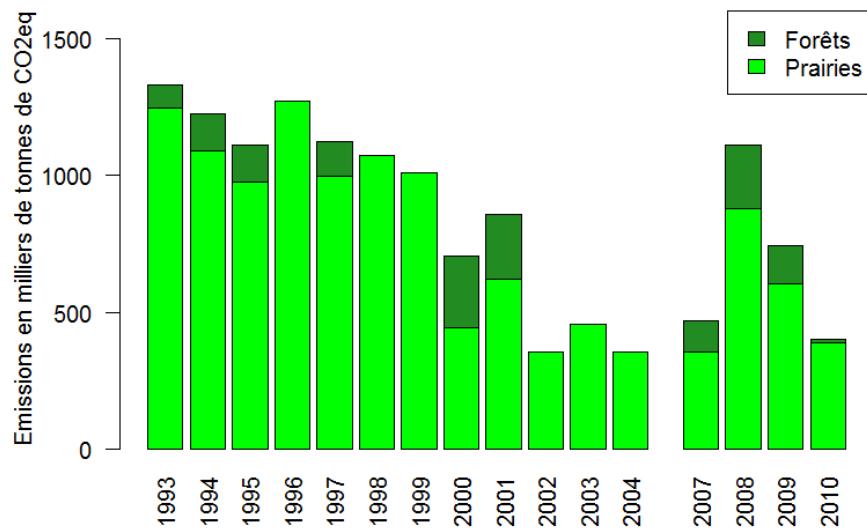


**figure 35 : Emissions de gaz à effet de serre liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du colza**

### 3.2. Tournesol

Les émissions liées à l'évolution des surfaces en tournesol (figure 36) sont globalement plus élevées que celles induites par le colza. Le tournesol est en effet responsable en moyenne de l'émission de 849 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> par an sur l'ensemble du territoire français métropolitain ce qui représente environ 2,7 fois les émissions liées au développement du colza présentées ci-dessus. Comme dans le cas du colza, la majorité des émissions proviennent des transferts depuis les prairies vers le tournesol (757 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> par an en moyenne). Ceci confirme le fait que même si la progression des

surfaces en tournesol a été moins importante que celle des surfaces en colza, l'évolution des surfaces en tournesol a induit des conversions de terres en prairies plus importantes que dans le cas du colza. Les émissions liées au développement du tournesol représentent en moyenne 6% des émissions liées aux transferts de terres vers les cultures.



**Figure 36 : Emissions de gaz à effet de serre liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du tournesol**

### 3.3. Blé

Les émissions liées à l'évolution des surfaces en blé (figure 37) sont d'en moyenne 3,17 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an ce qui représente presque 10 fois les émissions liées au colza et plus de 3,5 fois celles liées au tournesol. Ceci représente un peu plus de 23% des émissions liées aux conversions de terres vers les cultures. Ces émissions ne peuvent néanmoins pas être attribuées directement au développement des utilisations énergétiques du blé car la majeure partie des surfaces est consacrée à des utilisations autres qu'énergétiques. La plus grande partie des émissions est à nouveau liée à des transferts de surfaces depuis les prairies vers le blé (2,8 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an en moyenne).

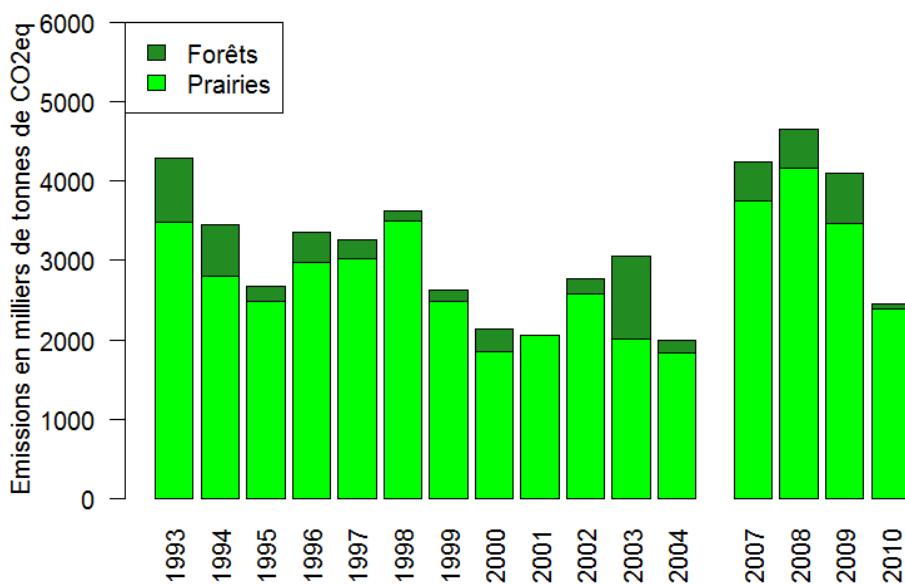


Figure 37 : Emissions de gaz à effet de serre liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du blé

### 3.4. Betterave

Les émissions liées à l'évolution des surfaces en betterave sont relativement faibles et ne représentent que 96 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> par an en moyenne, soit moins de 1% des émissions liées aux conversions de terres vers les cultures. Elles sont essentiellement dues à des transferts depuis les prairies (sauf en 2008 où des surfaces en forêts ont été converties en betterave). Ceci confirme les résultats de la partie 2 de cette étude qui montraient que l'évolution des surfaces en betterave a eu peu d'impacts sur les usages non agricoles et sur la STH.

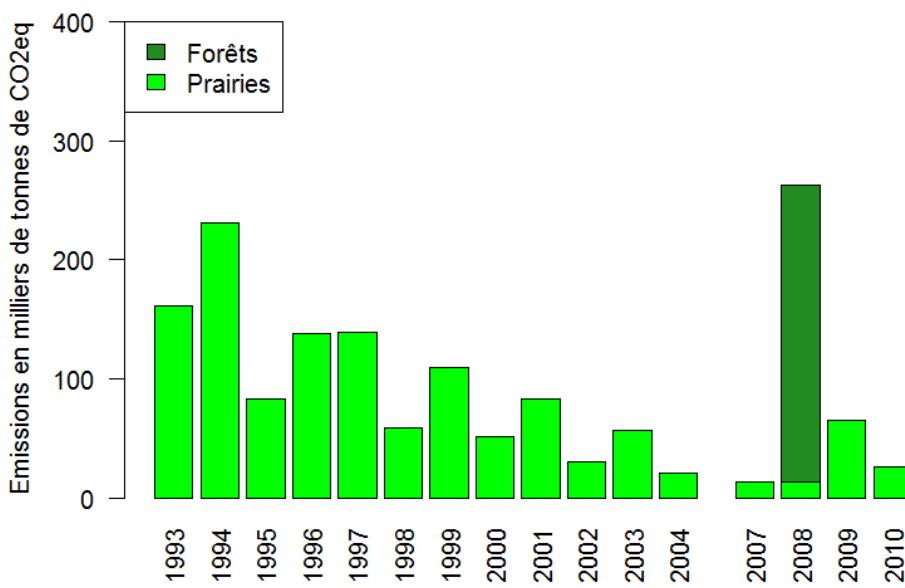


Figure 38 : Emissions de gaz à effet de serre liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement de la betterave

#### 4. Emissions de gaz à effets de serre liées aux changements d'affectation des sols à l'échelle départementale

Nous analyserons ici la répartition départementale des émissions de GES liées aux transferts de surfaces depuis les prairies et les forêts induits par l'évolution des surfaces des quatre cultures considérées.

##### 4.1. Colza

Les moyennes annuelles des émissions départementales liées aux changements d'utilisation des sols depuis les prairies et les forêts vers le colza sont présentées dans la figure 39 pour les deux sous périodes 1992-2004 et 2006-2010. La majeure partie des émissions liées au colza provient d'un nombre restreint de départements. Les départements où les émissions sont les plus importantes sont ceux où les surfaces en colza ont connu un développement important et où les flux de surfaces depuis la STH vers le colza ont été les plus importants (cf figures 26 à 28 de la partie 1). Entre 1992 et 2004, seuls quatre départements ont des émissions moyennes annuelles supérieures à 20 000 tonnes eq CO<sub>2</sub>, la plupart étant entre 0 et 10 000 tonnes eq CO<sub>2</sub>. Entre 2006 et 2010, les émissions sont réparties sur un plus grand nombre de départements principalement dans les régions Champagne-Ardenne, Lorraine et Haute-Normandie et où les transferts entre STH et colza ont été les plus importants.

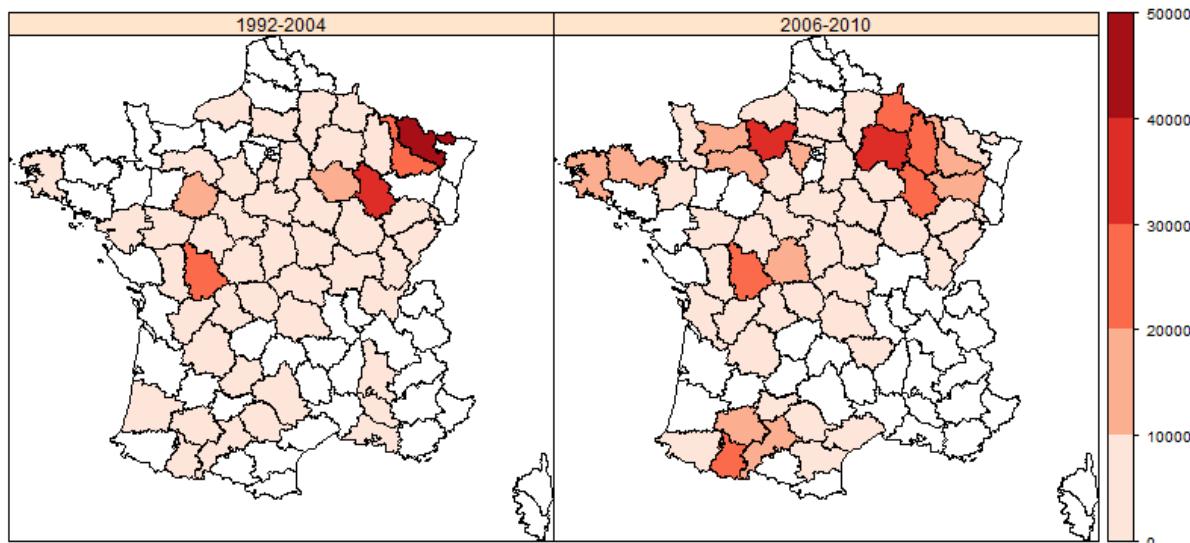
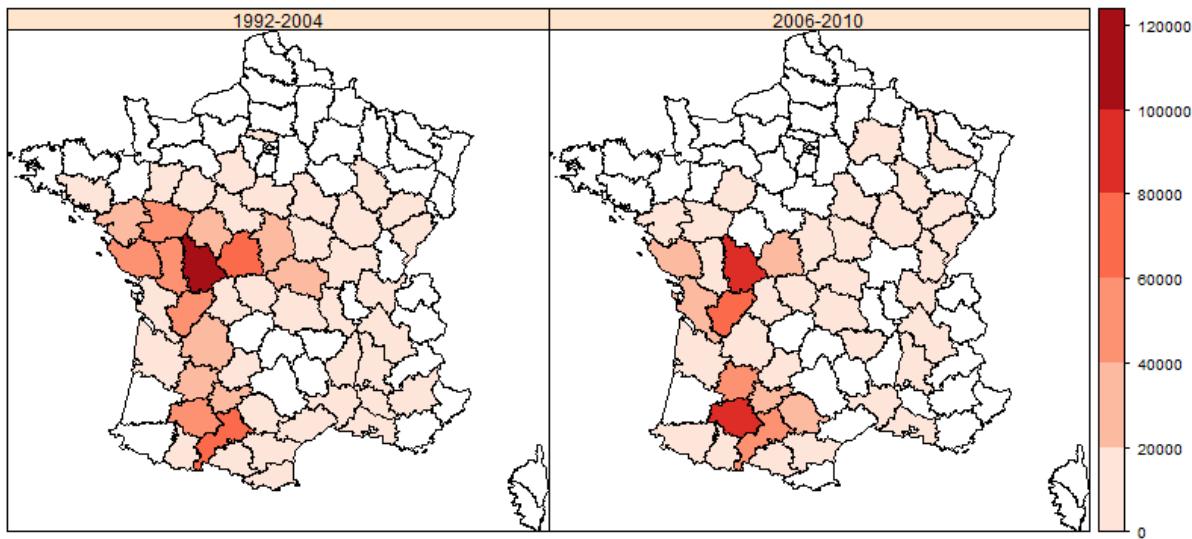


Figure 39 : Emissions départementales (moyenne par an) de gaz à effet liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du colza (tonnes de CO<sub>2</sub>-eq par an)

##### 4.2. Tournesol

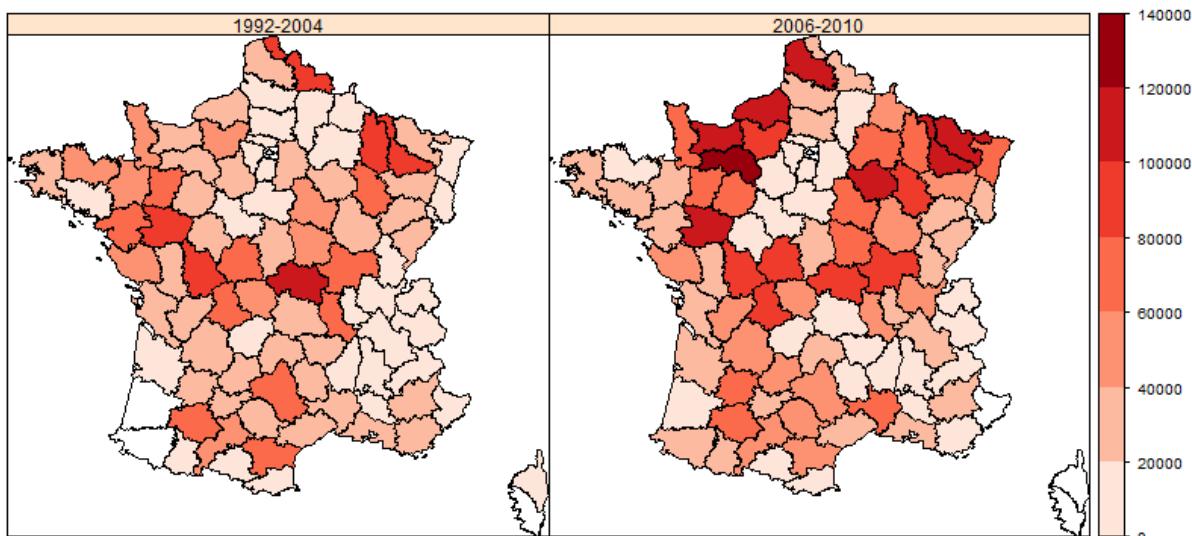
Comme dans le cas du colza, les émissions de GES liées à l'évolution des surfaces en tournesol sont concentrées sur un nombre restreint de départements qui sont ceux où le développement du tournesol a été le plus important et où les flux nets entre STH et tournesol ont été importants sur les deux périodes (cf figures 29 à 31 de la partie 1). Les moyennes départementales annuelles des émissions sont globalement plus élevées que dans le cas du colza avec un certain nombre de départements dont les émissions sont supérieures à 60 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> par an alors qu'aucun département ne se situait au-dessus de 50 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> par an pour le colza.



**Figure 40 : Emissions départementales (moyenne par an) de gaz à effet liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du tournesol (tonnes de CO<sub>2</sub>-eq par an)**

#### 4.3. Blé

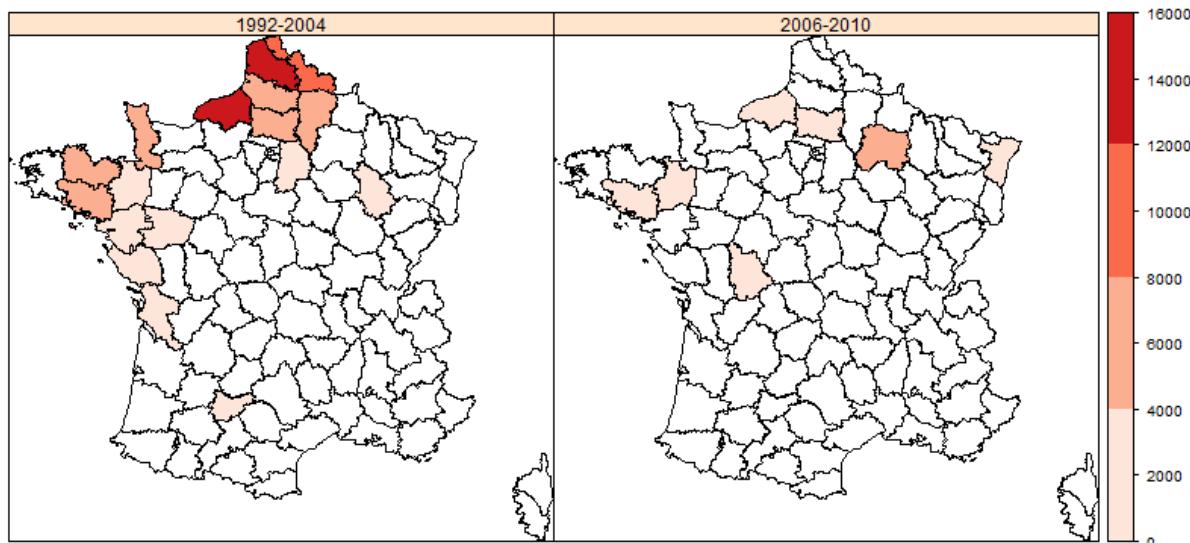
Les émissions départementales liées à l'évolution du blé se situent à peu près dans la même échelle de valeurs que les émissions liées au tournesol mais elles sont réparties sur un nombre plus important de départements sur l'ensemble du territoire français.



**Figure 41 : Emissions départementales (moyenne par an) de gaz à effet liées aux changements d'utilisation des sols induits par le développement du blé (tonnes de CO<sub>2</sub>-eq par an)**

#### 4.4. Betterave

Les moyennes départementales annuelles des émissions liées à l'évolution des surfaces en betterave sont très faibles comparées aux cultures précédentes. Les émissions se concentrent essentiellement sur la pointe nord de la France pour la période de 1992 à 2004 alors qu'elles sont quasiment inexistantes pour la période de 2006 à 2010. Ceci confirme que l'évolution de la betterave a eu peu d'impacts sur les stocks de carbone dans les prairies et les forêts.



#### 5. Emissions de gaz à effet de serre liées aux CAS vers des cultures à usages énergétiques

Les émissions calculées dans la section précédente correspondent à l'ensemble des émissions dues aux CAS directs vers les cultures colza, tournesol, blé et betterave tous usages confondus (usage alimentaire ou usage énergétique). Comme évoqué précédemment, les données TERUTI ne nous permettent pas de distinguer l'utilisation finale des surfaces en cultures. Pour pouvoir évaluer les émissions dues aux cultures utilisées pour la production des biocarburants, nous calculerons ici les émissions de GES au prorata des surfaces destinées à une utilisation non alimentaire en utilisant les données de la statistique agricole annuelle (SAA) fournies par le ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (Agreste). Les données utilisées sont les surfaces départementales totales destinées à des fins non alimentaires<sup>8</sup> de chacune des quatre cultures (colza, blé, tournesol, betterave) disponibles seulement à partir de 2004. Elles sont présentées au niveau national dans le tableau 2. N'ayant pas de données fiables à l'échelle départementale pour la période de 1992

<sup>8</sup> Les surfaces destinées aux usages non-alimentaires ne correspondent pas exactement aux surfaces destinées aux usages énergétiques. Elles incluent en plus les surfaces dédiées à d'autres usages comme l'alimentation animale mais qui restent assez faibles. Nous surestimons ainsi les émissions de GES dues aux CAS vers des cultures à usages énergétiques en supposant que toutes les surfaces dédiées aux usages non-alimentaires sont dédiées à la production des biocarburants.

à 2004 sur les surfaces des cultures utilisées pour la production de biocarburants, nous nous concentrerons donc sur l'année 2004 et la sous période 2006-2010.

Pour chacune des cultures (colza, tournesol, betterave et blé) et pour chaque département et chaque année considérés les émissions liées aux CAS directs dues vers cultures utilisées à des fins non alimentaires sont calculées de la manière suivante :

**Emissions départementales dues aux CAS vers la culture non alimentaire c =**

**Emissions départementales totales dues aux CAS vers la culture c \* surface départementale culture non alimentaire c / surface totale départementale culture c**

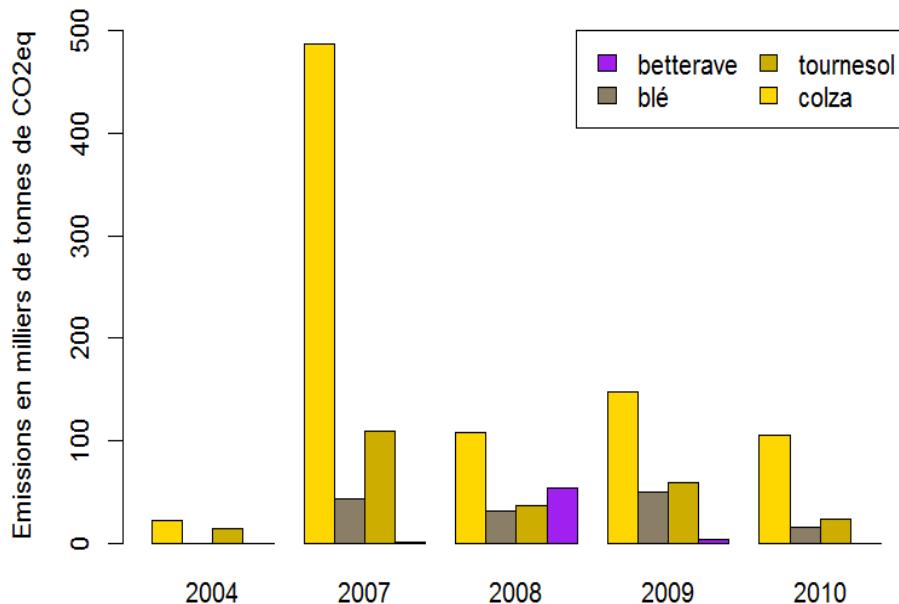
Il convient de noter que ce calcul repose sur l'hypothèse forte selon laquelle les CAS directs dues aux surfaces destinées à des utilisations non alimentaires se sont faits sur la même base que les cas totaux. Cette hypothèse apparaît plausible pour le colza compte tenu des utilisations conséquentes pour la production de biocarburants. Elle est plus discutable pour le blé, le tournesol et la betterave dont la production est majoritairement destinée à l'alimentation humaine. Les émissions ainsi obtenues constituent donc une estimation maximale pour chaque matière première.

**Tableau 2 : Surfaces totales, surfaces destinées à des usages non alimentaires, émissions totales et émissions liées aux utilisations non alimentaires pour les quatre cultures (niveau national)**

	2004	2007	2008	2009	2010
surface blé totale (hectares)	5227006	5221986	5472230	5128732	5425833
part blé non alimentaire (%)	0,21%	2,02%	1,39%	1,66%	1,51%
émissions blé totales (tonnes eq CO <sub>2</sub> )	2001753	4246995	4655425	4101914	2450430
émissions blé non alimentaire (tonnes eq CO <sub>2</sub> )	429	43627	31989	50065	15551
surface colza totale (hectares)	1127029	1618208	1419995	1480246	1463804
part colza non alimentaire (%)	23,28%	53,54%	36,19%	36,56%	30,86%
émissions colza totales (tonnes eq CO <sub>2</sub> )	75378	846084	316747	395992	406885
émissions colza non alimentaire (tonnes eq CO <sub>2</sub> )	22230	486720	108561	147383	105203
surface tournesol totale (hectares)	617761	520887	630955	727957	695051
part tournesol non alimentaire (%)	3,50%	22,94%	4,13%	6,66%	6,27%
émissions tournesol totales (tonnes eq CO <sub>2</sub> )	354145	468394	1108148	744893	399194
émissions tournesol non alimentaire (tonnes eq CO <sub>2</sub> )	15096	109882	36552	59529	23283
surface betterave totale (hectares)	384242	392750	348914	373353	382775
part betterave non alimentaire (%)	0,05%	6,20%	8,32%	10,83%	10,40%
émissions betterave totales (tonnes eq CO <sub>2</sub> )	21592	13890	263107	65158	26509
émissions betterave non alimentaire (tonnes eq CO <sub>2</sub> )	0	1497	54708	4271	498

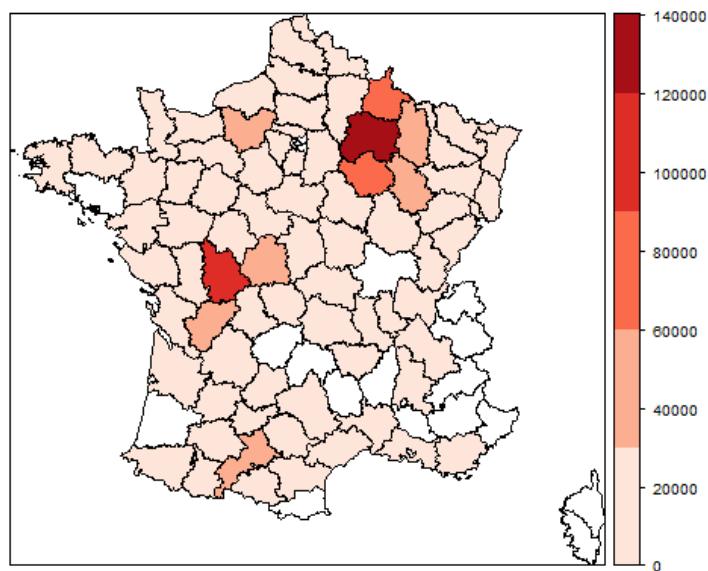
Les émissions nationales liées à l'utilisation non alimentaire de chaque culture sont ensuite calculées comme la somme des émissions départementales de cette culture. Les résultats de ces calculs sont reportés sur la figure 43 pour les 5 années considérées. Pour chacune des années, les émissions liées au colza non alimentaire dépassent les émissions des trois autres cultures. Les émissions liées au colza s'élèvent en moyenne à 212 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> par an entre 2007 et 2010 avec un maximum en 2007 autour de 487 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> ce qui représente en moyenne moins de 1% des émissions totales liées aux transferts de terres vers les cultures évaluées par le CITEPA. Hormis 2007 où les émissions liées au tournesol ont atteint 110 000 tonnes eq CO<sub>2</sub>, les émissions liées à cette culture restent inférieures à 57 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> par an et sont du même ordre de grandeur que les

émissions liées au blé non alimentaire. Ce résultat est peu étonnant étant donné la part très faible des surfaces de ces deux cultures consacrée à des utilisations non alimentaires. Enfin, malgré le fait qu'une part plus importante des surfaces en betterave soit utilisée à des fins non alimentaires, les émissions liées à cette culture sont très faibles (inférieures à 5000 tonnes eq CO<sub>2</sub> sauf en 2008). Ceci s'explique du fait que les émissions totales liées à l'ensemble des surfaces en betterave étaient déjà peu élevées.



**Figure 43 : Emissions liées aux quatre cultures au prorata des surfaces utilisées pour des usages non alimentaires**

La somme des émissions des quatre cultures cumulées sur la période 2007-2010 s'élèvent à 1,28 millions de tonnes eq CO<sub>2</sub>. La figure 44 ci-dessous représente la répartition départementale de la somme des émissions de chaque culture cumulées sur la période 2007-2010. On remarque que les zones où les émissions liées à des utilisations non alimentaires des quatre cultures sont élevées correspondent en partie aux zones où les émissions totales liées au colza au tournesol étaient élevées (cf figures 39 et 40). Un grand nombre de départements présentent des émissions relativement faibles inférieures à 20 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> sur les 4 années de la période. Seuls 4 départements dépassent les 60 000 eq CO<sub>2</sub> sur quatre ans. Une dizaine de départements seulement représentent 50 % des émissions nationales soit un peu plus de 600 000 tonnes eq CO<sub>2</sub> sur quatre ans.



**Figure 44 : Emissions départementales liées aux cultures au prorata des surfaces utilisées pour des usages non alimentaires (somme pour les quatre cultures, cumul 2007-2010 en tonnes eq CO<sub>2</sub>)**

## Conclusion

Nous avons analysé dans ce rapport l'évolution des usages des sols, des changements d'allocation des sols et des émissions de gaz à effet de serre engendrés par le développement de quatre cultures utilisées à la fois pour des besoins alimentaires et pour la production de biocarburants (colza, tournesol, blé betterave) sur le territoire national sur les périodes 1992-2004 et 2006-2010. L'objectif était d'identifier les éventuels changements d'allocation des sols induits par le développement des biocarburants produits en France et les émissions associées de gaz à effets de serre.

La principale source de données utilisée dans ce rapport est l'enquête annuelle TERUTI qui renseigne les occupations des sols en France et qui a évolué depuis 2005 vers l'enquête TERUTI-LUCAS. Le changement d'échantillon et la nomenclature entre les différentes périodes 1992-2004 et 2006-2010 pose des difficultés pour la comparabilité des données entre ces deux périodes. De plus, le manque de données sur les changements d'usage des sols entre 2004 et 2005 constitue une perte d'information importante car il s'agit de la période où la concurrence entre les cultures à destinations énergétique et alimentaire a réellement commencé. Dans les données disponibles et mobilisées dans cette étude, nous ne pouvons pas distinguer les cultures en fonction de leur usage final. Il est ainsi impossible pour nous de savoir dans la hausse des surfaces des cultures examinées, quelle est la part effectivement due à l'augmentation de la production des biocarburants.

Pour les cultures qui peuvent être utilisées dans la production des biocarburants, nous nous intéressons ici aux cultures suivantes: colza, blé, tournesol et betterave. En France, c'est le colza qui constitue la principale culture utilisée dans la production des biocarburants, la part des autres cultures (blé, tournesol, betterave) restant assez marginale.

L'analyse de l'évolution des usages des sols montre qu'il y a eu peu d'impacts de l'évolution des surfaces totales de ces quatre cultures sur les usages non agricoles (urbain, naturel, boisé). La progression des surfaces totales en ces quatre cultures a eu un impact entre 1992 et 2004 qui s'est limité aux terres agricoles à travers une redistribution des cultures hors jachère, ainsi qu'une reprise sur les terres mises en jachère en 1992. De 2006 à 2010, l'impact de la progression des terres arables sur la STH est non négligeable.

La progression des surfaces totales en colza s'est principalement faite par une redistribution des cultures au sein des terres arables hors jachère. Nous observons ainsi une augmentation de la fréquence du colza dans les rotations. L'augmentation des surfaces totales en colza s'est également faite par la conversion des terres mises en jachère en 1993. L'impact du développement du colza sur la STH est resté limité.

La progression des surfaces totales en tournesol a été moins importante que celles des surfaces totales en colza. Néanmoins l'impact de l'évolution des surfaces en tournesol sur la STH est plus important que dans le cas du colza, ce qui suggère que l'impact du tournesol sur les stocks de carbone est potentiellement plus important.

Concernant la répartition dans l'espace des changements d'occupation des sols, nous avons observé que les transferts jachère-colza et terres arables-colza sont relativement bien séparés dans l'espace tandis que les transferts jachère-tournesol et STH-tournesol sont plutôt regroupés. Nos résultats montrent également que les zones où le tournesol progresse sont distinctes de celles où le colza progresse. Enfin, l'expansion des surfaces en colza s'est faite dans des bassins de grandes cultures par une réallocation des terres arables alors que l'expansion des surfaces en tournesol a eu lieu dans des zones mixtes (grandes cultures élevage) et essentiellement au détriment des prairies.

L'analyse des émissions de GES liées aux changements d'affectation direct des sols induits par le développement des quatre cultures confirme les résultats de la partie analyse des usages des sols. Elle montre que les émissions liées aux cultures sont principalement dues à des conversions de prairies vers les cultures et que les émissions liées au développement du tournesol toutes utilisations

confondues sont plus élevées que celles liées au colza du fait de conversion prairies-tournesol plus importantes. Le calcul des émissions de GES des quatre cultures au prorata des surfaces utilisées à des fins non alimentaires indique en revanche que l'ampleur des émissions liées au colza non alimentaire est supérieure à celle des émissions liées aux trois autres cultures. Les émissions liées aux cultures non alimentaires ainsi calculées restent cependant faibles comparées à l'ensemble des émissions liées aux changements d'utilisation des terres. L'analyse de la répartition départementale de ces émissions montre une forte concentration des émissions liées aux cultures non alimentaires au sein d'un nombre très restreint de départements où des transferts prairies-cultures relativement importants ont eu lieu.

## **Recommandations**

Au vu du bilan global sur l'évolution des changements d'allocation des sols, la conversion des prairies en terres arables reste l'élément le plus important du développement des biocarburants en France. Même si l'expansion des surfaces de colza (principale cultures énergétiques en France) ne s'est pas faite directement sur des prairies, la substituabilité entre le colza et le tournesol sur le marché des huiles alimentaires a contribué de manière indirecte au retournement des prairies.

Le retournement des prairies au profit des cultures a des effets environnementaux à la fois en termes d'émissions de GES, de perte de biodiversité et de pollution de l'eau. Ces effets indirects doivent être pris en compte dans le bilan environnemental des produits agricoles, tous usages confondus, mais aussi ceux destinés à la production des biocarburants.

Un renforcement des règles de la conditionnalité en particulier la mise en place d'une nouvelle norme de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE) "gestion des surfaces en herbe" est prévu dans le cadre de la nouvelle réforme de la PAC. Un soutien spécifique aux surfaces en herbe sous forme de DPU a été décidé en France dans le cadre du bilan de santé de la PAC. L'exigence du maintien global des surfaces en herbe au niveau des exploitations a été instaurée avec une condition de conserver une surface équivalente à 50% de la surface déclarée pour les prairies temporaires en 2010. Cette année référence vient suite à une baisse très marquée des surfaces en prairies permanentes depuis plusieurs décennies. Cette baisse a été observée malgré la réglementation de la conditionnalité des aides au non retournement des prairies permanentes depuis 2004. Cette réglementation était assez flexible et permettait un système d'autorisation préalable au retournement des prairies permanentes voire d'obligation de réimplantation d'une surface équivalente à la surface retournée. Le retournement des prairies permanentes a été accentué ces dernières années dans un contexte de prix agricoles élevés et diverses incitations aux cultures énergétiques.

Pour accompagner ou compléter ces mesures de préservation des prairies, il conviendrait d'envisager d'autres instruments économiques plus incitatifs et plus efficaces qui prennent en compte l'hétérogénéité spatiale des prairies et de leurs rôles environnementaux. L'intérêt des prairies sur le plan environnemental se situant au niveau local, il faut donc penser à des incitations locales en fonction des enjeux par exemple sur la qualité de l'eau ou sur la biodiversité. Tout comme les mesures prises pour limiter l'étalement urbain, on peut penser à des mesures pour limiter le retournement des prairies comme la taxation des retournement des prairies ou l'instauration d'un zonage spatial pour préserver les services écosystémiques de certaines prairies situées dans des zones environnementalement sensibles.

## Annexes

### 1. Conception de l'échantillon dans les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS

La conception de l'échantillon de points dans les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS repose sur un tirage systématique à deux niveaux de manière à assurer une répartition satisfaisante de l'échantillon sur l'ensemble du territoire.

- Tirage des photographies aériennes ou « segments » :

Le premier tirage revient à recouvrir la France d'un quadrillage de mailles carrées régulières dans les directions nord-sud et est-ouest. Dans l'enquête TERUTI 1992-2004, 8 photographies aériennes (ou segments) de position fixe sont tirées au sein de chacune des 4700 mailles de 12 km x 12km. 4 segments sur 8 sont ensuite retenus du fait de contraintes budgétaires ce qui porte le nombre de segments à 15579.

-

#### **Tirage des photographies au sein de l'enquête TERUTI**

Source : AGRESTE (2004): « L'utilisation du territoire en 2003 - Nouvelle série 1992 à 2003 », *Chiffres et Données*, Série Agriculture, n°157, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Paris, pp. 406–414.

Dans l'enquête TERUTI-LUCAS, ce sont les intersections entre chacune des mailles de 3 km sur 3 km qui déterminent la position de chacun des segments. Différents sous-échantillons incluant plus ou moins de segments sont ensuite créés. Nous utilisons dans la suite l'échantillon dit « échantillon complet » comprenant 32 525 segments sur les 64 492 formés par les intersections de la grille de base.

- Tirage des points :

Le second tirage revient à reporter sur chacun des segments une grille régulière de points dont certains sont ensuite enquêtés directement sur le terrain et suivis chaque année. Dans l'enquête TERUTI 1992-2004, chaque segment comporte une grille de 36 points alignés de 6 en 6. En 2004, suite à des contraintes budgétaires seuls 10 points sur 36 sont enquêtés. L'échantillon pour la période 1992-2003 est donc constitué de 555 903 points pour la France métropolitaine observés chaque année alors que celui pour l'année 2004 n'en comporte que 154 501. Chacun de ces points représente environ 100 hectares à l'échelle du département (50 ha pour Paris, l'ancienne Seine-et-Oise et le Territoire de Belfort).

—

### **Tirage des points au sein de l'enquête TERUTI**

Source : AGRESTE (2004): « L'utilisation du territoire en 2003 - Nouvelle série 1992 à 2003 », *Chiffres et Données*, Série Agriculture, n°157, Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, Paris, pp. 406–414.

Dans l'enquête TERUTI-LUCAS, chaque segment comporte 25 points alignés de 5 en 5 et seuls 10 sont reportés dans les données que nous utilisons ensuite (les autres ont été créés pour d'éventuelles extension de l'enquête). L'échantillon pour la période 2006-2010 est donc constitué de 309080 points pour la France métropolitaine observés chaque année. Chaque point représente environ 178 hectares à l'échelle du département (92 ha pour Paris, les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis, le Val-de-Marne et le Territoire-de-Belfort).

**Tableau 1 : Comparaison des caractéristiques des deux enquêtes utilisées**

	TERUTI 1992-2004	TERUTI-LUCAS
Mailles	4700 mailles de 12km sur 12km	mailles de 3 km sur 3 km
Nombre de segments retenus par maille	4 segments (sur les 8 du tirage)	
Nombre total de segments	15 579	32 525
Nombre de points par segment	36 (10 en 2004)	10
Nombre de points de l'échantillon (France métropolitaine)	555 903 (154 501 en 2004)	309080
Surface représentative d'un point (coefficient d'extrapolation)	Environ 100 ha (50 ha pour Paris, l'ancienne Seine-et-Oise et le Territoire de Belfort) ; 360 ha et 180 ha pour l'année 2004	Environ 178 ha (92 ha pour Paris, les Hauts-de-Seine, la Seine-Saint-Denis, le Val-de-Marne et le Territoire-de-Belfort)

## 2. Nomenclatures physiques TERUTI et TERUTI-LUCAS

Les nomenclatures physiques des deux enquêtes sont présentées au sein des tableaux 2 et 3. Ces deux nomenclatures ont été adaptées de permettre au maximum une correspondance entre les nomenclatures des deux enquêtes.

Les tableaux de correspondance 4 à 8 présentent les regroupements des postes de la nomenclature utilisés pour (1) les sols naturels et les sols boisés, (2) les cultures annuelles, (3) les cultures permanentes, surfaces toujours en herbe et autres usages agricoles, (4) les sols artificialisés et les autres usages et (5) les postes sans correspondance directe entre les deux enquêtes. Pour ces regroupements, deux niveaux d'agrégation ont été sélectionnés :

- un niveau « semi agrégé » qui conserve certains des postes de la nomenclature de base (notamment pour les cultures individuelles que l'on souhaite observer de manière séparée) et regroupent les autres postes en plusieurs catégories permettant d'assurer la continuité entre les deux nomenclatures.
- Un second niveau qui regroupe les postes de la nomenclature en 5 grandes catégories : sols naturels, sols boisés, sols agricoles, sols artificialisés et autres usages.

Une grande partie des postes présente une correspondance directe entre les deux nomenclatures (un poste de la nomenclature TERUTI correspond à un seul et unique poste de la nomenclature TERUTI-LUCAS dans la majeure partie des cas). Lorsque des postes de la nomenclature TERUTI correspondaient à plusieurs postes de la nomenclature TERUTI-LUCAS, ils ont été regroupés de manière à appartenir dans la mesure du possible à la même catégorie semi agrégée et à la même grande catégorie d'occupation des sols. Certains postes de la nomenclature TERUTI présentés dans le tableau 8 ont néanmoins été répartis entre plusieurs postes très distincts au moment du changement de l'enquête en 2005. Par exemple, certains postes appartenant auparavant aux sols artificialisés ont été répartis dans TERUTI-LUCAS entre sols agricoles, naturels et artificialisés. Pour ces postes, la nomenclature de base de chaque période a été conservée pour définir les catégories agrégées auxquelles ils appartiennent. Ceci implique que certains postes appartiennent à des grandes catégories différentes entre les deux périodes comme le montre le tableau 8.

### Définitions complémentaires de certains postes de la nomenclature :

- Boisement à faible densité : Ce poste comprend les sols à couverture boisée supérieure à 10 % et inférieure à 30 %
- Forêts mixtes : une superficie dont la couverture boisée est supérieure à 30 % est dite "mixte" lorsque ni les feuillus, ni les résineux ne représentent plus de 75% de la surface totale
- Bosquets : Superficie boisée comprise entre 0,05 et 0,50 ha, toutes géométries confondues, et quel que soit le pourcentage de couvert végétal (au dessus de 10 %)
- Peupleraies en plein : Il s'agit de plantations pures de peupliers dont la largeur est supérieure à 10 mètres, pied à pied, et la superficie égale ou supérieure à 500 m<sup>2</sup> (0,05 ha)
- Peupleraies associées : Même définition que les peupleraies en plein mais cultivées en association avec une autre production agricole

Tableau 2 : Nomenclature TERUTI 1992-2004 (82 postes)

<b>EAUX PERMANENTES ET ZONES HUMIDES</b>	53 - Abricotiers (en culture pure) 54 - Cerisiers (en culture pure) 55 - Pêchers (en culture pure) 56 - Pruniers (en culture pure) 57 - Poiriers (en culture pure) 58 - Pommiers (en culture pure) 59 - Mélanges des 6 espèces 60 - Autres espèces fruitières que les 6 (culture pure ou en mélange) 61 - Association des 6 espèces avec des productions autres que fruitières 62 - Association des autres espèces que les 6 avec des productions autres que fruitières 63 - Vignes (en culture pure) 64 - Association vigne-verger des 6 espèces 65 - Association vigne-autre culture 66 - Petits fruits et autres cultures diverses 67 - Jardins familiaux à dominante potagère
<b>SOLS A ROCHE MERE AFFLEURANTE</b>	11 - Marais salants, étangs d'eau saumâtre 12 - Lacs, bassins, étangs d'eau douce 13 - Rivières (y compris estuaires), canaux 14 - Marais, zones humides (y compris marécages et tourbières) sans utilisation agricole particulière 15 - Glaciers, neiges éternelles
<b>SOLS A COUVERTURE BOISEE</b>	
<b>Bois et Forêts</b>	16 - Rochers, éboulis 17 - Dunes blanches, plages de sable ou de galets
<b>Superficies boisées hors forêts</b>	18 - Feuillus 19 - Résineux 20 - Boisement à faible densité 21 - Mixtes
<b>Peupleraies</b>	22 - Bosquets 23 - Arbres épars 24 - Peupleraies en plein 25 - Peupleraies associées 26 - Peupliers épars
<b>SOLS AGRICOLES UTILISES</b>	
	27 - Blé 28 - Orge et escourgeon 29 - Avoine 30 - Maïs 31 - Seigle 32 - Mélanges et autres céréales 33 - Betteraves 34 - Plantes textiles 35 - Tournesol 36 - Colza oléagineux, navette 37 - Autres cultures industrielles oléagineuses 38 - Autres cultures industrielles 39 - Pommes de terre 40 - Pois et petits pois 41 - Fèves, féveroles 42 - Autres légumes 43 - Pépinières (y compris forestières), fleurs et plantes ornementales 44 - Plantes sarclées fourragères 45 - Autres cultures fourragères annuelles 46 - Prairies artificielles 47 - Prairies temporaires 48 - Prairies permanentes ou naturelles productives 49 - Alpages et estives 50 - Superficie en herbe à faible productivité 51 - Prés-vergers 52 - Jachères
<b>AUTRES SOLS NI ALTERES NI BATIS</b>	68 - Pelouses d'agrément et autres superficies en herbe 69 - Fiches 70 - Landes 72 - Haies 73 - Chemins de terre ou enherbés
<b>SOLS ARTIFICIALISES NON BATIS</b>	74 - Chantiers (bâtiments et travaux publics) 75 - Autres sols à profil altéré par extraction (carrières...) 76 - Autres sols à profil altéré par dépôt (décharges...) 77 - Cimetières 78 - Terrains vagues urbains 79 - Cours de ferme, annexes 80 - Sols revêtus ou stabilisés de forme aréolaire arborés 81 - Sols revêtus ou stabilisés de forme aréolaire nus 82 - Sols revêtus ou stabilisés de forme linéaire arborés 83 - Sols revêtus ou stabilisés de forme linéaire nus 84 - Jardin d'agrément à structure complexe
<b>SOLS BATIS</b>	85 - Volumes construits, clos et couverts, de hauteur faible 86 - Volumes construits, clos et couverts de hauteur moyenne et forte 87 - Serres 88 - Volumes construits, couverts seulement 89 - Volumes construits temporaires 90 - Autres volumes de génie industriel et civil 91 - Volumes construits abandonnés (y compris les ruines) 99 - Zones interdites

11100	Volumes construits bas	27200	Autres fruitiers
11200	Volumes construits hauts	27500	Vigne
11300	Serres et abris hauts	24300	Fleurs, plantes ornementales et pépinières toutes espèces

**Tableau 4: Correspondance entre les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS pour les sols naturels et boisés**

code physique TERUTI	libellé de la nomenclature TERUTI	code physique TERUTI-LUCAS	libellé de la nomenclature TERUTI-LUCAS	usages semi-agréés	grandes catégories
11	Marais salants	70200	Plans d'eau côtiers	Zones humides et sous les eaux	sols naturels
12	Lacs, bassins	70100	Eaux intérieures		
13	Rivières	70100	Eaux intérieures		
		70200	Plans d'eau côtiers		
14	Marais, zones humides	70400	Zones humides		
15	Glaciers	70300	Glaciers		
16	Rochers, éboulis	60200	Rochers, éboulis		
17	Dunes, plages	60100	Dune, plage		
69	Friches	40000	Landes, friches, maquis, garrigues, savanes		
70	Landes	40000	Landes, friches, maquis, garrigues, savanes		
18	Forêts de feuillus	31100	Forêts de feuillus	Forêts	sols boisés
		34000	Sols boisés à peuplement indéterminé		
	Forêts de résineux	31200	Forêts de résineux		
		34000	Sols boisés à peuplement indéterminé		
20	Boisements à faible densité	31100	Forêts de feuillus		
		31200	Forêts de résineux		
		31300	Forêts mixtes		
		34000	Sols boisés à peuplement indéterminé		
21	Forêts mixtes	31300	Forêts mixtes		
		34000	Sols boisés à peuplement indéterminé		
22	Bosquets	32000	Bosquets		
		34000	Sols boisés à peuplement indéterminé		
24	Peupleraies en plein	31400	Peupleraies en plein		
		34000	Sols boisés à peuplement indéterminé		
25	Peupleraies associées	31400	Peupleraies en plein		
		34000	Sols boisés à peuplement indéterminé		
23	Arbres épars		Ne sont pas comptés en surface par Teruti-Lucas	autres sols boisés	
26	Peupliers épars		Ne sont pas comptés en surface par Teruti-Lucas		
72	Haies	33000	Haies et alignements d'arbres		

**Tableau 5: Correspondance entre les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS pour les sols agricoles (cultures annuelles)**

code physique TERUTI	libellé de la nomenclature TERUTI	code physique TERUTI-LUCAS	libellé de la nomenclature TERUTI-LUCAS	usages semi-agrégés	grandes catégories	
27	Blé	21100 21200	Blé tendre et épeautre Blé dur	blé	sols agricoles	
28	Orge et escourgeon	21300	Orge et escourgeon	orge		
30	Maïs	21600	Maïs	maïs		
29	Avoine	21500	Avoine	autres céréales		
31	Seigle	21900	Autres céréales			
32	Mélanges et autres céréales	21820 21900	Triticale Autres céréales	autres céréales		
33	Betteraves	22200	Betterave industrielle	Betterave		
35	Tournesol	23110	Tournesol	Tournesol		
36	Colza et navette	23120	Colza et navette	Colza		
37	Autres cultures industrielles oléagineuses	23190	Autres cultures industrielles oléagineuses	autres oléagineux		
40	Pois et petit pois	23320	Pois sec protéagineux et pois fourrager	protéagineux		
34	Plantes textiles	23200	Cultures industrielles textiles	Autres cultures		
38	Autres cultures industrielles	22300 23390	Autres racines et tubercules Autres cultures industrielles annuelles			
39	Pomme de terre	22100	Pomme de terre			
42	Autres légumes	24100	Légumes			
43	Pépinières, fleurs et plantes ornementales	24300	Fleurs, plantes ornementales et pépinières toutes espèces	fourrages	sols agricoles	
44	Plantes sarclées fourragères	25100	Fourrages annuels			
45	Autres cultures fourragères annuelles	25100	Fourrages annuels			
46	Prairies artificielles	25200	Prairies temporaires (graminées)	prairies temporaires		
47	Prairies temporaires (légumineuses)	25300	Prairies temporaires (légumineuses)			

**Tableau 6 : Correspondance entre les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS pour les sols agricoles (cultures permanentes, surface toujours en herbe et autres usages agricoles)**

code physique TERUTI	libelé de la nomenclature TERUTI	code physique TERUTI-LUCAS	libelé de la nomenclature TERUTI-LUCAS	usages semi-agrégés	grandes catégories
51	Pré-vergers	27100 27200	Pommiers Autres fruitiers	cultures permanentes	sols agricoles
52	Jachère	26000	Jachère		
53	abricotiers				
54	Cerisiers				
55	Pêchers	27200	Autres fruitiers		
56	Pruniers				
57	Poiriers				
58	Pommiers	27100	Pommiers		
59	Mélanges des 6 espèces				
60	Autres espèces fruitières				
61	6 espèces avec autres productions	27200	Autres fruitiers		
62	autres espèces avec autres productions				
63	Vignes	27500	Vigne		
64	Association vigne-verger des 6 espèces	27100 27200	Pommiers Autres fruitiers		
65	Association vigne autre culture	27500	Vigne		
66	Petits fruits	27900	Autres cultures permanentes	prairies permanentes	
48	Prairies permanentes ou naturelles productives	25400	Prairies permanentes productives		
50	Superficie en herbe à faible productivité	25500	Prairies permanentes peu productives		
49	Alpages et estives	25600	Alpages	alpages	
67	Jardins familiaux	28000	Jardins familiaux	autres sols agricoles	
87	Serres	11300	Serres et abris hauts		

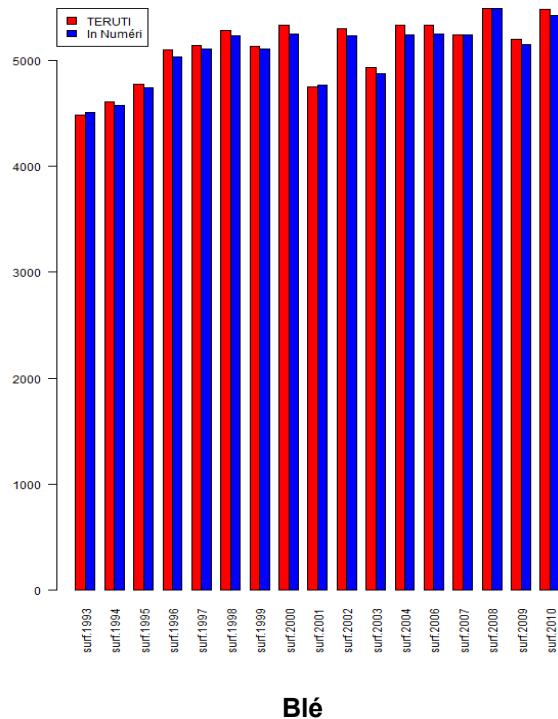
**Tableau 7 : Correspondance entre les enquêtes TERUTI et TERUTI-LUCAS pour les sols artificialisés et les autres usages**

code physique TERUTI	libellé de la nomenclature TERUTI	code physique TERUTI-LUCAS	libellé de la nomenclature TERUTI-LUCAS	usages semi-agrégés	grandes catégories
74	Chantiers (bâtiment ou travaux publics)				
75	Autres sols à profil altéré par extraction (carrières...)	14200	Sols nus artificialisés		
76	Autres sols à profil altéré par dépôt (décharges...)				
77	Cimetières	12100	Sols de forme aréolaire revêtus ou stabilisés		
78	Terrains vagues urbains	14200	Sols nus artificialisés		
80	Sols revêtus ou stabilisés de forme aréolaire arborés				
81	Sols revêtus ou stabilisés de forme aréolaire nus	12100	Sols de forme aréolaire revêtus ou stabilisés		
82	Sols revêtus ou stabilisés de forme linéaire arborés				
83	Sols revêtus ou stabilisés de forme linéaire nus	12200	Sols de forme linéaire revêtus ou stabilisés	sols bâtis, revêtus, stabilisés	sols artificialisés
85	Volumes construits, clos et couverts, de hauteur faible	11100	Volumes construits bas		
86	Volumes construits, clos et couverts, de hauteur moyenne et forte	11200	Volumes construits hauts		
88	Volumes construits, couverts seulement	11100 11200	Volumes construits bas Volumes construits hauts		
89	Volumes construits temporaires	11100 11200	Volumes construits bas Volumes construits hauts		
90	Autres volumes de génie industriel et civil	11100 11200	Volumes construits bas Volumes construits hauts		
91	Volumes construits abandonnés	11100 11200	Volumes construits bas Volumes construits hauts		
99	Zones interdites	99999	Zones interdites non photo interprétées	autres usages	autres usages

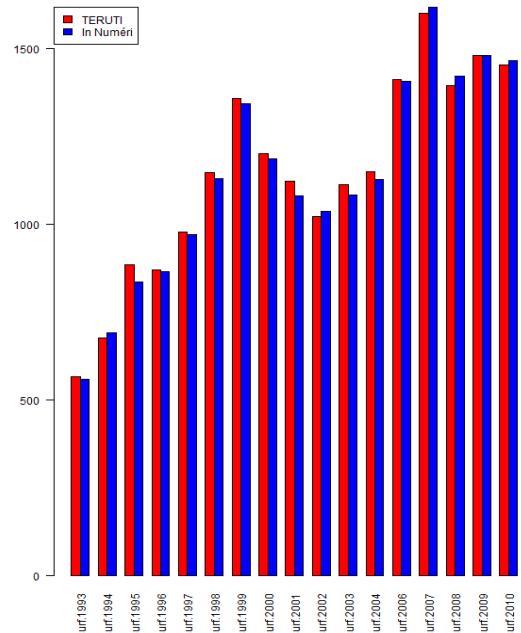
Tableau 8 : Correspondance utilisée pour les usages sans correspondance directe

Agrégation pour la période 1992-2004				Agrégation pour la période 2006-2010				
code physique TERUTI	libellé de la nomenclature TERUTI	usages semi-agrégés	grandes catégories	code physique TERUTI-LUCAS	libellé de la nomenclature TERUTI-LUCAS	usages semi-agrégés	grandes catégories	
79	Cours de ferme, annexes	autres sols agricoles	sols agricoles	14100	Sols nus liés à une activité agricole	autres sols agricoles	sols agricoles	
				60300	Sols nus naturels	autres sols naturels	sols naturels	
41	Fèves et fèveroles	protéagineux	sols agricoles	23330	Fèves et fèveroles	protéagineux	sols agricoles	
				23390	Autres cultures industrielles annuelles	Autres cultures		
				25100	Fourrages annuels	fourrages		
84	Jardin d'agrément à structure complexe	Sols enherbés artificialisés	sols artificialisés	28000	Jardins familiaux	autres sols agricoles	sols agricoles	
	Pelouses d'agrément et autres superficies en herbe			13000	Sols enherbés artificialisés	Sols enherbés artificialisés	sols artificialisés	
68				13000	Sols enherbés artificialisés			
sols artificialisés	sols artificialisés	13100	Sols enherbés liés à la production agricole, hors élevage	autres sols agricoles	sols agricoles			
		41000	Superficies enherbées naturelles	autres sols naturels	sols naturels			
73	Chemins de terre ou enherbés	autres sols naturels	sols naturels	13000	Sols enherbés artificialisés	Sols enherbés artificialisés	sols artificialisés	
	13100			Sols enherbés liés à la production agricole, hors élevage				
	14100			Sols nus liés à une activité agricole	autres sols agricoles	sols agricoles		
	60300			Sols nus naturels	autres sols naturels	sols naturels		

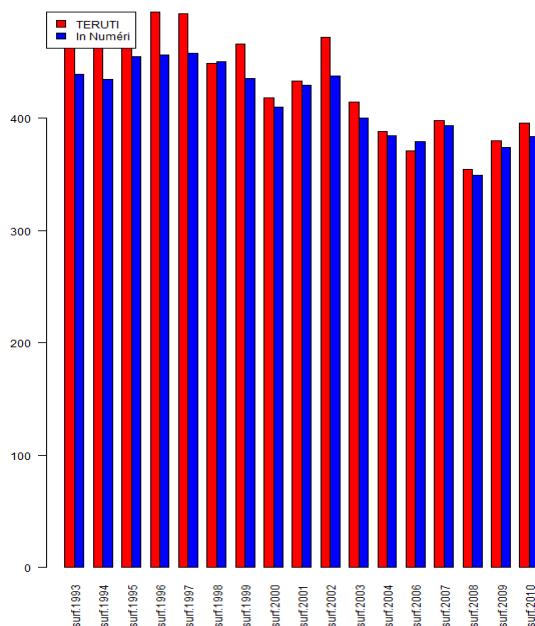
### 3. Comparaison de l'évolution des surfaces (en milliers d'ha) entre les données TERUTI et les données utilisées dans l'étude In Numéri (2012) :



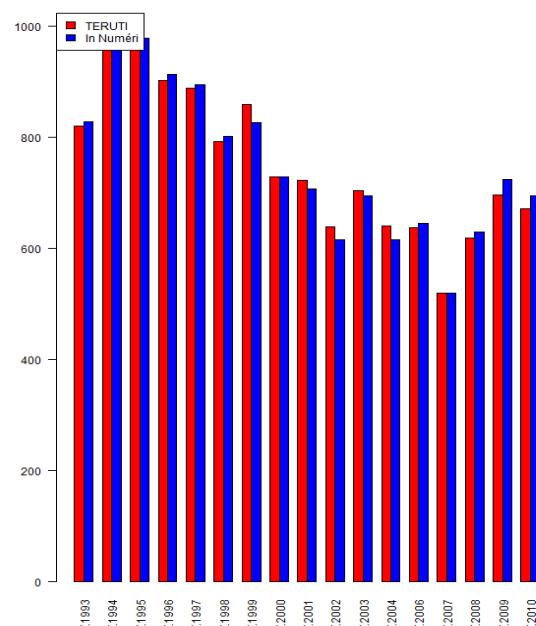
Blé



Colza



Betterave



Tournesol

## **References**

- AGRESTE (2004). Enquête TERUTI - série 1992 à 2004. Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire.
- AGRESTE (2010). Enquête TERUTI-LUCAS - Nouvelle série 2005 à 2010. Service de la Statistique et de la Prospective (SSP) du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire.
- CITEPA (2009). Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en France au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Format UNFCCC-CRF, CITEPA - Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, Paris, France.
- CITEPA (2012). Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en France au titre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques. Format UNFCCC-CRF, CITEPA - Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, des Transports et du Logement, Paris, France.
- IN Numeri (2012) Analyse rétrospective des interactions du développement des biocarburants en France avec l'évolution des marchés français et mondiaux. Étude réalisée pour le compte de l'ADEME.

## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)



ADEME  
20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

**www.ademe.fr**