



Direction de l'Eau et de la Biodiversité

Bilan de la mise en œuvre de la directive "Nitrates" (2008-2011)

2nd partie : Activités et Pratiques agricoles

Octobre 2012

• CONTEXTE

Ce rapport a été préparé pour la Direction de l'eau et de la biodiversité du MEDDE par l'ONEMA dans le cadre de la convention ONEMA/OIEau 2012. Cette convention charge l'OIEau de la rédaction d'un rapport sur l'évolution des activités et pratiques agricoles en zones vulnérables.

Ce document comporte trois parties :

- une analyse des activités agricoles en 2010 sur la base des résultats du recensement de l'agriculture 2010,
- une analyse des pratiques de fertilisation azotée sur la base des résultats de l'enquête pratiques culturales 2010-2011 et une comparaison avec les résultats des enquêtes précédentes,
- une analyse des pratiques de gestion de l'interculture sur la base des résultats de l'enquête pratiques culturales 2010-2011 et une comparaison avec les résultats des enquêtes précédentes.

• CONTACT NATIONAL

Philippe JANNOT, Bureau des ressources naturelles et agriculture (Direction de l'Eau et de la Biodiversité, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie,
Philippe.Jannot@developpement-durable.gouv.fr

• AUTEURS ET CONTRIBUTEURS

Vincent LALLOUETTE, chargé d'études (Office International de l'Eau), v.lallouette@oieau.fr

• CORRESPONDANT

Gaëlle DERONZIER, Direction de la connaissance et de l'information sur l'eau (Office national de l'eau et des milieux aquatiques), gaelle.deronzier@onema.fr

Stéphanie LARONDE, Responsable du service de gestion et de valorisation de l'information et des données (Office International de l'Eau), s.laronde@oieau.fr

Katell PETIT, chargée d'études (Office International de l'Eau), k.petit@oieau.fr

Droits d'usage : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr>

Mots-clés : Directives Nitrates, bilan, activités et pratiques agricoles, Pression azotée, programme d'action.

Couverture géographique : France métropolitaine

Niveau géographique : National

Niveau de lecture : Professionnels, Experts

Langue : Français

Diffuseur : Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema)

- **RESUME**



Ce rapport constitue la deuxième partie du 5^{ème} rapport quadriennal visé à l'article 10 de la directive 91/676/CEE. Il couvre la période 2008-2011 et complète la 1^{ère} partie relative à l'évolution de la qualité des eaux notamment les concentrations en nitrates depuis la dernière campagne de surveillance.

Les données utilisées font appel essentiellement au recensement de l'agriculture réalisé en 2010 et à l'enquête « pratiques culturales » réalisée sur la campagne 2010-2011.

Ces données confirment que les zones vulnérables rassemblent la plupart des surfaces des exploitations spécialisées en grande culture, en porcins et volailles et dans un moindre mesure en bovins lait, alors que les surfaces des exploitations spécialisées en bovins viande, en autres herbivores et en viticulture sont davantage situées hors zones vulnérables. Mais ces chiffres nationaux cachent des disparités : chaque bassin hydrographique présentant des spécificités liées au contexte agro-pédoclimatique.

Elles traduisent d'une part une stabilité des pratiques de fertilisation azotée qui s'améliorent lentement par un meilleur ajustement des doses d'azote minéral grâce à l'utilisation plus fréquente des outils d'aide au pilotage et à la prise en compte des apports d'azote organique, d'autre part une forte évolution dans les pratiques de gestion de l'interculture en relation notamment avec les modifications réglementaires introduites dans les 4^{èmes} programmes d'actions. Ainsi, par exemple, la surface en culture intermédiaire pièges à nitrates a été multipliée par six depuis 2001 pour atteindre une surface supérieure au million d'hectares. Ces évolutions de pratiques sont très variables selon les bassins hydrographiques.

- **ABSTRACT**



This report is the second part of the fifth quadrennial report referred to in Article 10 from the 91/676/EEC Directive. It covers the period 2008-2011 and completes the first part referring to the water quality evolution, especially in nitrates concentrations since the last monitoring campaign.

Used data mainly rely on the last agricultural census from 2010 and the survey on agricultural practices carried on the campaign of 2011.

These data confirm that most surfaces of farms specialized in field crops, pigs and poultry, and to a lesser extent in dairy cattle are located in Nitrates Vulnerable Zones (NVZs) while most surfaces of farms specialized in cattle rearing and fattening, in other grazing livestock and in vineyard are outside NVZs. These national results hide differences: each hydrographic basin presents specificities linked to the agro-pedoclimatic conditions.

The analyse of those data led to show stability in nitrogen fertilization practices and strong evolution in intercrops management, thanks to the regulatory changes introduced during the 4th action programme. For example, the surface in intercrops cultures increased sixfold since 2001 to reach a surface beyond the million hectares. These changes in agricultural practices vary widely according each hydrographic basins.

• **SOMMAIRE**

1. INTRODUCTION : LE CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	8
2. LES ACTIVITES AGRICOLES	9
2.1 Les surfaces.....	10
2.2 Les exploitations agricoles et leurs dimensions économiques.....	11
2.3 Les exploitations agricoles et leurs orientations technico-économiques	13
2.3.1 Orientation technico économique des exploitations (OTEX) au niveau national et en zones vulnérables.....	14
2.3.2 Orientation technico-économique des exploitations par bassins hydrographiques.....	17
2.4 L'occupation des sols agricoles.....	22
2.4.1 Les principales productions végétales	23
2.4.2 Les cultures couvrant les sols à l'automne avant cultures de printemps.....	25
2.5 Les productions animales	26
2.6 Conclusion	28
3. LES PRATIQUES AGRICOLES DE FERTILISATION AZOTEE DE 2001 A 2011	32
3.1 Rappels méthodologiques	32
3.2 Eléments de contexte pour l'interprétation des résultats des trois enquêtes (2000-2001, 2005-2006 et 2010-2011).....	33
3.2.1 Principales caractéristiques climatiques des trois campagnes.....	33
3.2.2 Rendements des cultures – focus sur la campagne 2010-2011.....	34
3.3 Les surfaces recevant de l'azote	39
3.4 L'azote minéral	41
3.5 L'azote organique.....	47
3.6 Raisonnement des pratiques de fertilisation	51
3.7 Le solde du bilan d'azote par culture	61
3.8 Conclusion	64
4. LA GESTION DE L'INTERCULTURE.....	66
4.1 La durée de l'interculture.....	67
4.1.1 Les intercultures courtes (avant cultures d'automne).....	67
4.1.2 Les intercultures longues avant cultures de printemps.....	67

4.2	Les modalités de gestion des résidus de maïs grain	68
4.3	Les repousses de colza et de céréales	69
4.3.1	Avant cultures d'automne.....	69
4.3.2	Avant cultures de printemps (maïs)	71
4.4	Les surfaces couvertes à l'automne par une culture intermédiaire piège à nitrates avant cultures de printemps	73
4.4.1	Cas du maïs	73
4.4.2	Cas de la betterave	73
4.4.3	Cas du tournesol	74
4.4.4	Les surfaces en CIPAN.....	74
4.5	Bilan de l'évolution des surfaces en CIPAN et repousses depuis 2001	76
4.6	La situation dans chaque bassin hydrographique	78
4.7	Comparaison avec les données statistiques du Recensement Agricole et de l'enquête structure	81
5.	CONCLUSION	82

1. Introduction : le contexte réglementaire

Au cours de la période 2008-2011, se sont successivement appliqués, dans les zones vulnérables délimitées en 2007 (voir rapport Octobre 2008) les 3^{èmes} programmes d'action puis à partir du 1^{er} septembre 2009 les 4^{èmes} programmes d'action.

Ces derniers ont remplacé les 3^{èmes} programmes d'action et ont introduit deux nouvelles mesures :

- l'obligation de mettre en place et de maintenir une bande enherbée ou boisée d'une largeur minimale de 5 m le long des cours d'eau dès l'automne 2009,
- l'obligation d'introduire une culture intermédiaire piège à nitrates avant cultures de printemps (sauf derrière maïs grain, tournesol et sorgho où le broyage fin des résidus et leur enfouissement est accepté) et de favoriser les repousses de colza avant une culture d'automne précédée par un colza, selon un calendrier permettant progressivement d'atteindre la généralisation de ces pratiques à l'automne 2012.

Ces deux mesures ont été introduites en complément des mesures obligatoires au titre de l'annexe III de la directive nitrates et conformément au paragraphe 5 de l'article 5 de la directive nitrates compte tenu de leur efficacité pour diminuer les fuites de nitrates et de leur facilité de contrôle.

L'analyse des 4^{èmes} programmes d'action confirme que la mesure relative à la bande enherbée ou boisée le long des cours d'eau est inscrite dans tous les programmes d'actions départementaux. La mesure relative à la couverture des sols est quant à elle adaptée selon les départements : la généralisation est effectivement inscrite dans tous les arrêtés préfectoraux mais ses modalités peuvent différer. En effet, trois difficultés majeures ont été identifiées et ont conduit à adopter des modalités différentes. Ces difficultés sont :

- la nécessité sur les sols à comportement argileux à réaliser un labour précoce nécessitant une destruction précoce de la culture intermédiaire piège à nitrates voire rendant impossible la mise en place d'une telle culture en fin d'été,
- la nécessité d'intervenir mécaniquement sur le sol pendant la période où une culture intermédiaire piège nitrates est en place notamment pour réaliser des faux semis permettant de gérer les adventices,
- le coût de mise en place d'une culture intermédiaire piège à nitrates et les conséquences en termes d'organisation du travail conduisant à remplacer cette culture intermédiaire piège à nitrates par des repousses de céréales.

La moitié des programmes départementaux reprend strictement les modalités prévus par les instructions nationales ; un quart des programmes y déroge sur des surfaces limitées, le dernier quart y déroge sur des surfaces plus importantes soit en autorisant la couverture du sol avant cultures de printemps par des repousses de céréales, soit en remplaçant toute obligation de couverture du sol pendant l'interculture par des mesures compensatoires (extension des bandes enherbées le long des cours d'eau et réalisation d'analyse du sol – reliquat d'azote en sortie d'hiver - pour affiner le calcul de la dose d'azote prévisionnelle sur la culture précédente).

Suite aux difficultés de mise en œuvre, une expertise scientifique collective pilotée par l'INRA a été réalisée pour établir un état des connaissances sur la gestion de l'azote en période d'interculture pour les différents pédoclimats français en système de grande culture, et sur les conditions d'efficacité des cultures intermédiaires piège à nitrates pour réduire les fuites de nitrates. Ses résultats publiés en juin 2012¹ doivent notamment être utilisés pour préciser les modalités de couverture des sols pour limiter les fuites de nitrates pendant les périodes pluvieuses dans le 5^{ème} programme d'actions.

Le présent rapport comporte 3 parties respectivement relatives aux activités agricoles, aux pratiques agricoles de fertilisation azotée et à la gestion de l'interculture.

¹ Justes E et Al 2012 Réduire les fuites de nitrates au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. Synthèse du rapport d'étude, INRA 60p

2. Les activités agricoles

Objectif

Il s'agit de caractériser l'activité agricole et son évolution en France métropolitaine et dans les zones vulnérables.

Méthode de travail

Cette partie, consacrée à l'activité agricole en France et à son évolution, a été réalisée grâce au traitement de données provenant essentiellement des Recensements Agricoles de 2000 (RA 2000) et de 2010 (RA 2010), et de l'enquête structure² de 2005 (ES 2005).

Les évolutions de l'agriculture sont mesurées entre 2000 et 2010, à partir de trois enquêtes : d'une part le RA 2000 et l'ES 2005, qui sont comparables car une extrapolation de l'échantillon du RA 2000 a été effectuée pour pouvoir être comparé à l'ES 2005, d'autre part le RA 2010, dont on utilise les données brutes³.

Les données issues du RA 2000 permettent de caractériser les activités agricoles au début des seconds programmes d'actions (2001-2003), les données de 2005 caractérisent quant à elles la période des 3^{èmes} programmes d'actions, et les données les plus récentes, datant de 2010, caractérisent les 4^{èmes} programmes d'actions.

Cependant, il est important de garder à l'esprit que les données sont issues d'enquêtes, et comme pour toute enquête statistique, une marge d'erreur s'applique aux résultats. Cet élément est à prendre en considération lors de la lecture de ce rapport, et notamment lors de l'interprétation des tendances.

Les résultats sont présentés à l'échelle de la France entière en distinguant les zones classées en zone vulnérables (ZV) des zones non classées en zone vulnérables (ZNV) dès lors que les données le permettaient.

Les données issues du RA 2010 sont aussi présentées pour chaque bassin hydrographique.

Présentation de données et modalités d'expression

La présentation des données du recensement agricole de 2000 et de l'enquête structure de 2005 distinguant ZV et ZNV repose en général sur la délimitation des zones vulnérables datant de 2003. Seule la partie consacrée aux surfaces présente les données en vigueur au moment de chaque délimitation.

La présentation des données du recensement agricole de 2010 distinguant ZV et ZNV repose sur la délimitation des zones vulnérables datant de 2007.

² Enquêtes effectuées sur la base d'un échantillonnage fondé sur la structure des exploitations et permettant d'enquêter une exploitation sur sept en France.

³ Compte tenu des délais impartis, l'extrapolation de ces données n'a en effet pas pu être effectuée.

Les résultats sont présentés en valeur brute, mais également en valeur relative :

- d'une part, la situation des zones vulnérables au regard de l'agriculture française est mise en avant, en indiquant pour les différents résultats la part nationale située en zone vulnérable. Par exemple, « les ZV concernent en France 52% des exploitations agricoles ». Cela signifie que 52% des exploitations agricoles sont situées en ZV.
- d'autre part, sont indiquées les valeurs des résultats à la fois pour l'ensemble de l'agriculture française et pour les zones vulnérables, afin de caractériser plus précisément l'agriculture en ZV. Par exemple : « les zones vulnérables sont caractérisées par une plus forte proportion d'exploitations professionnelles (66% contre 64% sur le reste du territoire) ». Cela signifie que si l'on considère seulement les exploitations situées en ZV, 66% sont professionnelles. Sur l'ensemble du territoire, seules 64% des exploitations sont professionnelles.

L'écart de valeur entre ces deux modes d'expression est donc normal.

2.1 Les surfaces

En résumé :

En 2010, la SAU française compte près de 27 millions d'hectares dont 15 millions en zone vulnérable (environ 56%). La part de SAU en zone vulnérable varie de 21 à 88% selon les bassins hydrographiques.

En 2010 en France, la moitié du territoire est consacrée à l'agriculture⁴. La Surface Agricole Utile (SAU) totale diminue sur le sol métropolitain au fil des ans (-3% en 10 ans, Tableau 1).

		2000	2005	2010
SAU (ha)	ZV	14 306 100	15 088 400	15 153 700
	ZNV	13 550 200	12 381 300	11 809 500
	Total France	27 856 300	27 469 700	26 963 200
Part de la surface occupée par les ZV au niveau national (%)		51 (%)	55 (%)	56 (%)

Tableau 1 : Evolution de la SAU située en ZV et en ZNV, de 2000 à 2010 (selon les différentes délimitations des ZV en vigueur aux dates considérées)

La part de SAU située en zone vulnérable ne cesse d'augmenter (Figure 1). Entre l'an 2000 et l'an 2005, cette surface a augmenté de 5%, et entre 2005 et 2010 de 0,4%. Elle s'élève à plus de 15 millions d'hectares de SAU en 2010, soit 56% de la SAU française.

⁴ Sachant que d'après l'INSEE, la France occupe une superficie totale de 543 965 km².

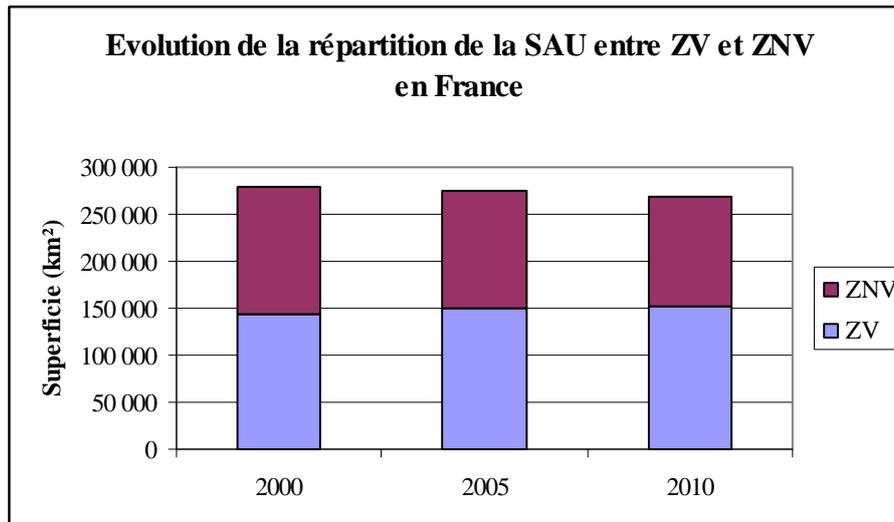


Figure 1 : Evolution de la répartition de la SAU entre ZV et ZNV de 2000, 2005 et 2010 suivant les différentes délimitations des ZV

SAU en hectares	Adour Garonne	Artois Picardie	Loire Bretagne	Rhin Meuse	Rhône Méditerranée Corse	Seine Normandie
SAU totale	4 663 024	1 287 322	8 866 219	1 416 874	3 333 782	5 531 247
Zone Vulnérable	1 580 175	1 126 182	5 581 376	662 142	707 146	4 855 819
%ZV/SAUtot	34	87	63	47	21	88

Tableau 2 : Part de la SAU en zone vulnérable pour chaque bassin hydrographique - Source: RA2010 -

D'après le Tableau 2, la part de SAU située en zone vulnérable varie fortement d'un bassin hydrographique à l'autre. En effet, les bassins Artois Picardie et Seine Normandie présentent une très grande part de leur SAU en zone vulnérable (87 et 88%). A contrario, le bassin Rhône Méditerranée et Corse n'a que 21% de sa SAU en zone vulnérable.

2.2 Les exploitations agricoles et leurs dimensions économiques

En résumé :

En 2010, sur les 490 000 exploitations françaises, 64% sont considérées comme moyennes et grandes. Elles occupent 93% de la SAU totale. Les 170 000 exploitations moyennes et grandes situées en zone vulnérable occupent 96% de la SAU en zone vulnérable.

En France, le nombre total d'exploitations s'élève à 490 000 en 2010 (Tableau 3), en baisse de 26% par rapport à 2000. La réduction est plus faible entre 2005 et 2010 (-10%). Elle est également légèrement plus faible pour les exploitations professionnelles⁵ : moins 21% entre 2000 et 2010. Ainsi, la part des exploitations professionnelles dans l'ensemble des exploitations est passée de 59% en 2000 à 64% en 2010.

⁵La dénomination "moyenne" et "grande" exploitation date de la nouvelle classification de 2008, basée sur la Production Brute Standard. Avant 2008, et donc ici pour les chiffres de 2000 et 2005, cela équivaut à peu près aux "exploitations professionnelles" dont la définition était : « exploitation d'une taille économique supérieure ou égale à 12 équivalent-hectares de blé (soit 8 UDE) et occupant au moins l'équivalent d'une personne exerçant à trois quarts de temps » (Agreste).

La part des exploitations situées en zone vulnérable reste relativement stable (autour de 50%) entre 2000 et 2010. Le nombre d'exploitations évolue de la même manière dans les zones vulnérables qu'en dehors de celles-ci (Figure 2).

Total du territoire national métropolitain (Corse comprise)

		2000	2005	2010
		(début 2nd programme) échantillon extrapolé	(au cours du 3ème programme)	(au cours du 4ème programme)
		<i>délimitation ZV de 2003</i>		<i>délimitation ZV de 2007</i>
Nombre total d'exploitations agricoles (en % du nombre total)	France	663 742	545 347	489 977
	ZV	330 423 (49,8%)	271 877 (49,9%)	243 235 (49,6%)
	ZNV	333 319 (50,2%)	273 470 (51,1%)	246 742 (50,4%)
Nombre d'exploitations moyennes et grandes* (% exprimés en fonction du nombre total d'exploitations)	France	393 910 (59%)	346 528 (64%)	312 166 (64%)
	ZV	205 912 (62%)	180 504 (66%)	170 581 (70%)
	ZNV	187 998 (56%)	166 024 (61%)	141 585 (57%)

Tableau 3 : Caractérisation générale de l'agriculture en France
– Sources Bilan DN2008 et RA2010 –

* voir la note de bas de page précédente.

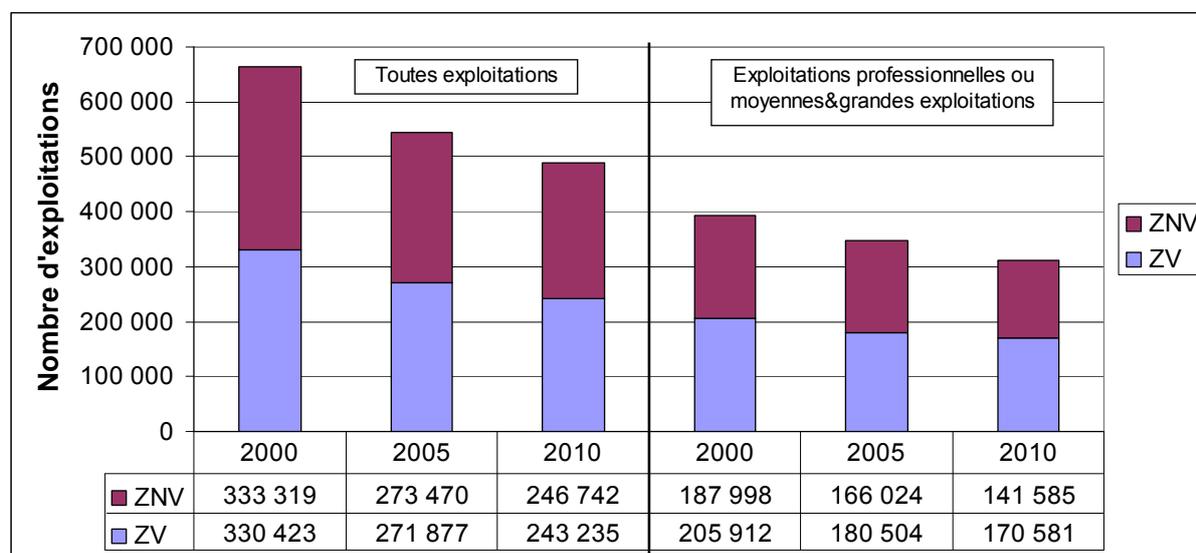


Figure 2 : Evolution du nombre d'exploitations entre 2000 et 2010
– Source : bilan DN 2008 et RA2010 –

Les exploitations moyennes et grandes occupent 93% de la SAU totale et la quasi-totalité (96%) de la SAU en zone vulnérable (Tableau 4).

SAU en hectares	Toutes exploitations	Moyennes et Grandes exploitations	Part des M&G exploitations dans le total (%)
France	26 963 252	25 098 468	93
ZV	15 153 710	14 512 839	96
ZNV	11 809 542	10 585 629	90

Tableau 4 : SAU totale et SAU occupée par les moyennes et grandes exploitations - distinction avec les zones vulnérables ZV, délimitation 2007- Source RA2010

2.3 Les exploitations agricoles et leurs orientations technico-économiques

En résumé :

En 2010, toutes tailles confondues, les Orientations technico économique des exploitations (OTEX) principales sont les grandes cultures (24% soit 118 000 exploitations), les porcins - volailles (14% soit 70 000 exploitations) et les herbivores (bovins lait, bovins viande et autres herbivores, 36% soit 177 000 exploitations).

Concernant les moyennes et grandes exploitations (64% du nombre total des exploitations en France pour 93% de la SAU), près de la moitié de la SAU en zone vulnérable est occupée par des exploitations à orientation grandes cultures. La part de la SAU des exploitations spécialisées en grandes cultures, bovins lait et porcins - volailles, en zone vulnérable est supérieure à celle en zone non vulnérable. C'est le contraire pour les OTEX bovins viande, autres herbivores et viticulture.

De grandes disparités existent entre les bassins hydrographiques. En Seine Normandie plus de 4 exploitations sur 10 appartiennent à l'OTEX grandes cultures et ces exploitations occupent près de 60% de la surface agricole utile du bassin. 96% de ces exploitations et 96% de leur SAU sont en ZV.

En Artois Picardie, plus d'une exploitation sur deux s'oriente en grandes cultures, et elles occupent près de 60% de la SAU. 92% de ces exploitations et 90% de leur SAU sont en ZV.

En Loire Bretagne, les OTEX bovins lait, bovins viande, porcins - volailles et grandes cultures représentent 73% des exploitations et elles occupent 75% de la SAU du bassin. 69% de ces exploitations et 64% de leur SAU se situent en ZV.

En Rhin Meuse, les OTEX grandes cultures, bovins lait et viticulture représentent 61% des exploitations du bassin et 70% d'entre elles sont situées en ZV. Ces exploitations occupent plus de la moitié des surfaces et 55% de leurs surfaces sont classées en ZV (95% des surfaces des exploitations à OTEX viticulture sont classées en ZV).

En Rhône Méditerranée Corse, plus de 4 exploitations sur 10 sont orientées en viticulture ou fruits, dont 9% sont classées en ZV. Ces exploitations occupent 17% de la SAU du bassin et 11% des surfaces de ces exploitations sont classées en ZV.

En Adour Garonne 50% des exploitations appartiennent aux OTEX grandes cultures, bovins viande et viticulture et plus d'un tiers est en ZV. Ces exploitations occupent 54% des surfaces et 38% des surfaces de ces exploitations sont classées en ZV.

2.3.1 Orientation technico économique des exploitations (OTEX) au niveau national et en zones vulnérables

Ensemble des exploitations

La Figure 3 montre que 24% des 490 000 exploitations françaises sont spécialisées en grandes cultures. Les OTEX herbivores (« bovins viande », « bovins lait » et « autres herbivores ») concernent près de 177 000 exploitations soit 36% du total. Les exploitations à orientation volailles et porcs représentent 14% du total, soit 69 955 exploitations.

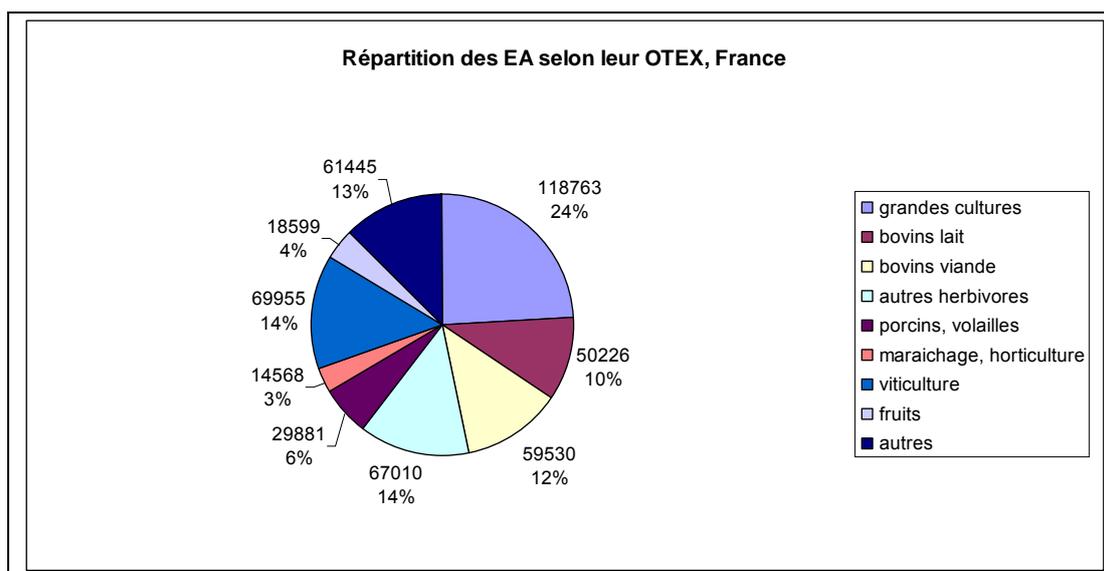


Figure 3 : Répartition des exploitations agricoles (EA) françaises, toutes tailles confondues, selon leur OTEX – Source RA2010 -

A l'échelle nationale (Tableau 5), l'évolution des OTEX entre 2000 et 2010 fait apparaître un relatif maintien des exploitations en « grandes cultures » et une régression forte de celles à orientation « bovins lait » et « autres herbivores ». Le nombre des exploitations à orientation « porcins, volailles » a quant à lui, progressé de 32% malgré un nombre total d'exploitations toutes orientations confondues qui a diminué de 26%.

OTEX (N°)	Recensement agricole		Evolution
	2 000	2010	%
grandes cultures (13,14)	134 391	118 763	-12
maraichage, horticulture (28,29)	15 784	14 568	-8
viticulture (37,38)	92 304	69 955	-24
fruits (39)	25 305	18 599	-27
bovins lait (41)	74 584	50 226	-33
bovins viande (42)	77 556	59 530	-23
autres herbivores (43,44)	95 048	67 010	-29
porcins, volailles (50,72)	22 618	29 881	32
autres (60,71,81,82,90)	126 217	61 445	-51
Total	663 807	489 977	-26

Tableau 5 : Evolution du nombre d'exploitation par OTEX entre 2000 et 2010, sur l'ensemble du territoire – source RA 2000 et 2010 -

En termes d'occupation de la surface agricole, la Figure 4 montre que les exploitations en grandes cultures occupent plus d'un tiers de la SAU en 2010. Les exploitations à orientation herbivores (« bovins viande », « bovins lait » et « autres

herbivores ») occupent également environ 1/3 de la SAU et la majeure partie de la SAU restante est occupée par l'OTEX « autres » qui regroupe des orientations variées telles que « polyculture », « polyélevage à orientation herbivores », « grandes cultures et herbivores », « autres combinaisons de culture et d'élevage » et les « exploitations non classées ».

En zone vulnérable, la SAU est exploitée essentiellement par les OTEX grandes cultures et bovins lait. La SAU en zone non vulnérable est principalement exploitée par les systèmes bovins viandes et autres herbivores, ainsi que la viticulture, des systèmes d'exploitation utilisant moins d'azote (autour de 30 à 40 kg N/ha pour les vignes).

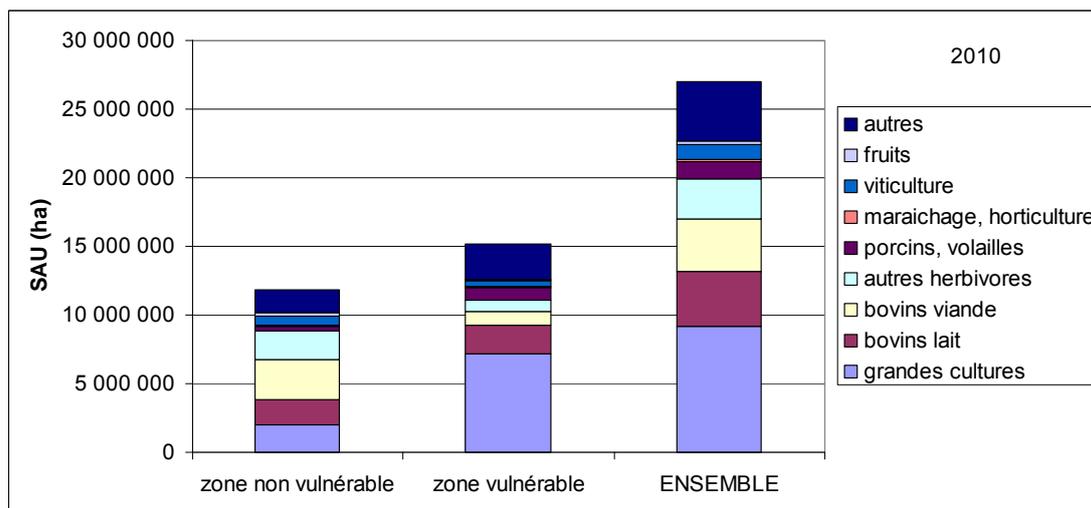


Figure 4 : Répartition de la SAU par OTEX en zone vulnérable et hors zone vulnérable en 2010 (source RA2010), SAU de l'ensemble des exploitations françaises

Les moyennes et grandes exploitations

Sur les 312 000 moyennes et grandes exploitations françaises (soit pour rappel 64% de l'ensemble des exploitations françaises), 23% sont spécialisées en grandes cultures, 15% en bovins lait et 15% en viticulture (Tableau 6)

Nombre d'exploitations	TOTAL	grandes cultures	bovins lait	bovins viande	autres herbivores	porcins, volailles	maraichage, horticulture	viticulture	fruits	autres
Total France	312 166	70 918	48 168	33 456	29 682	24 688	11 136	46 933	7 950	39 235
%		23	15	11	10	8	4	15	3	13
Zone Vulnérable	170 581	55 453	26 941	9 419	10 290	18 072	5 688	18 771	2 825	23 122
%	55	78	56	28	35	73	51	40	36	59
Zone Non Vulnérable	141 585	15 465	21 227	24 037	19 392	6 616	5 448	28 162	5 125	16 113
%	45	22	44	72	65	27	49	60	64	41

Tableau 6 : Répartition des moyennes et grandes exploitations en fonction de leur OTEX - Source: RA2010 -

Le classement des exploitations en zone vulnérable ou non, selon leur OTEX (Figure 5) révèle que la majeure partie des moyennes et grandes exploitations spécialisées en grandes cultures se situe en zone vulnérable (78% ; 55 453 exploitations sur 70 918). De même, les moyennes et grandes exploitations spécialisées en bovins lait, porcs et volailles sont également majoritairement situées en zone vulnérable. A l'inverse, la plupart des exploitations orientées bovins viande, autres herbivores et viticulture sont situées en zone non vulnérable.

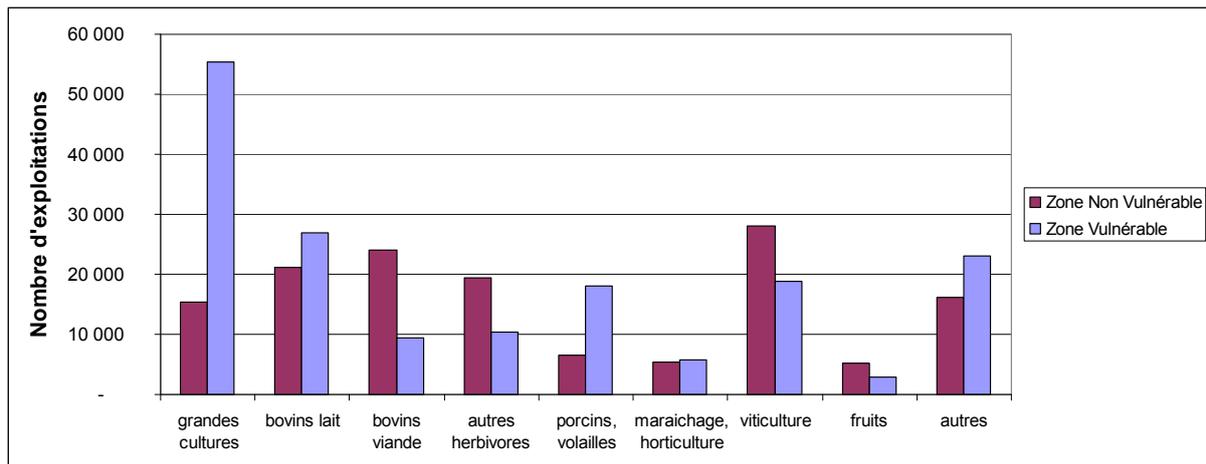


Figure 5 : Répartition des exploitations (moyennes et grandes) en fonction de leur OTEX et selon leur localisation en ZV et ZNV – Source : RA2010 -

Le Tableau 7 montre qu'en 2010, plus de 80% de la SAU française occupée par des moyennes et grandes exploitations spécialisées en grandes cultures est située en zone vulnérable. Il en est de même pour 73% de la SAU des moyennes et grandes exploitations spécialisées en porcs et en volailles et pour 54% de la SAU des moyennes et grandes exploitations spécialisées en bovins lait. A contrario, seulement 24% de la SAU occupée par les grandes et moyennes exploitations à orientation bovins viande est située en zone vulnérable. Les systèmes de productions type « grandes cultures » et « porcins, volailles », et dans une moindre mesure les systèmes « bovins lait » sont donc plus souvent situés en zone vulnérable. A contrario les systèmes bovins viande et autres herbivores sont peu présents en zone vulnérable.

OTEX	grandes cultures	bovins lait	bovins viande	autres herbivores	porcins, volailles	maraichage, horticulture	viticulture	fruits	autres
% de SAU en ZV sur SAU totale occupée au niveau national	83	54	24	32	73	53	34	38	62

Tableau 7 : Part des zones vulnérables dans la SAU nationale occupée par chaque OTEX en 2010, pour les grandes et moyennes exploitations uniquement – Source RA2010 -

En termes de surface agricole occupée par les moyennes et grandes exploitations, 34% de la SAU totale de ces exploitations l'est par des exploitations spécialisées en grandes cultures (Figure 6), alors qu'elles représentent 23% du total du nombre d'exploitations. En ne considérant que la SAU en zone vulnérable, les exploitations en grandes cultures occupent 47% (soit 6.8 millions d'hectares) de la surface et 15% sont occupés par les exploitations à orientation bovins lait. Les superficies en zones non vulnérables sont occupées en majorité par des moyennes et grandes exploitations en bovins viande (24% et 2.5 millions d'hectares), et par des exploitations en bovins lait, en autre herbivore et en grandes cultures (16 à 17% pour chacune de ces orientations).

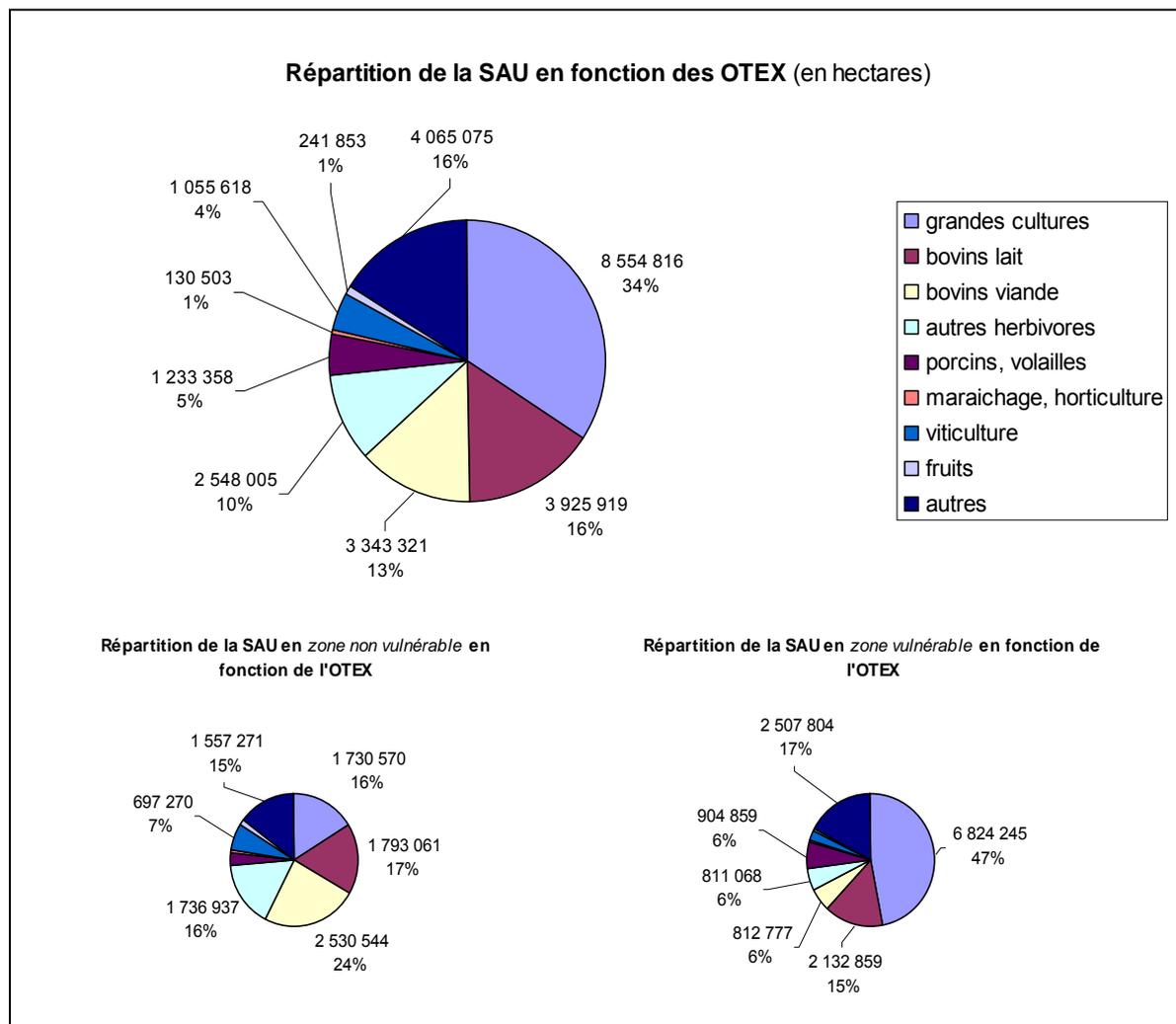


Figure 6 : Répartition de la SAU selon les OTEX des moyennes et grandes exploitations - Source: RA2010-

2.3.2 Orientation technico-économique des exploitations par bassins hydrographiques

Si on considère le nombre de moyennes et grandes exploitations (Tableau 8), le bassin Loire Bretagne apparaît comme très spécialisé en bovins lait (46% du total français), bovins viande (52% du total français) et en porcins - volailles (64% du total français). Une grande partie des moyennes et grandes exploitations de Seine Normandie sont spécialisées en grandes cultures (22 569 sur un total de 55 321 dans le bassin, soit 40%), c'est également un bassin dont 88% des moyennes et grandes exploitations sont situées en zone vulnérable. De même, plus de la moitié des moyennes et grandes exploitations du bassin Artois Picardie sont orientées grandes cultures et 90% du nombre total d'exploitations du bassin est en zone vulnérable.

en nombre d'exploitations (moyennes et grandes)	Rhin Meuse	Artois Picardie	Rhône Méditerranée Corse	Adour Garonne	Loire Bretagne	Seine Normandie	Total France métropolitaine
grandes cultures	4 028	7 463	5 687	12 698	18 473	22 569	70 918
%	6	11	8	18	26	32	100
bovins lait	2 839	1 958	7 732	5 854	22 011	7 774	48 168
%	6	4	16	12	46	16	100
bovins viande	808	185	2 443	10 497	17 251	2 272	33 456
%	2	1	7	31	52	7	100
autres herbivores	1 416	s	5 116	9 768	9 685	3 178	29 682
%	5		17	33	33	11	100
porcins, volailles	352	717	1 781	4 714	15 710	1 414	24 688
%	1	3	7	19	64	6	100
maraichage, horticulture	s	439	4 454	1 772	2 841	1 218	11 136
%		4	40	16	26	11	100
viticulture	2 372	s	s	11 198	2 937	10 319	46 933
%	5			24	6	22	100
fruits	s	s	s	2 231	756	203	7 950
%				28	10	3	100
autres	2 835	3 278	6 118	9 571	11 059	6 374	39 235
%	7	8	16	24	28	16	100
Total	15 223	14 589	58 007	68 303	100 723	55 321	312 166
dont zone vulnérable	8 842 (58%)	13 129 (90%)	10 0148 (17%)	22 400 (33%)	67 435 (67%)	48 727 (88%)	170 581 (55%)

Tableau 8 : Répartition des moyennes et grandes exploitations des bassins hydrographiques selon leur OTEX - Source: RA2010 -

(‘s’ soumis au secret statistique ; en jaune sont les bassins hydrographiques qui présentent le plus grand nombre d’exploitations pour chaque OTEX)

En termes de SAU (Tableau 9), près des deux tiers des surfaces des exploitations orientées grandes cultures sont situées dans les bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie (respectivement 26% et 39%). Le bassin Loire-Bretagne concentre une part importante des surfaces des exploitations d’élevage que ce soit bovins lait, bovins viande, autres herbivores ou porcins-volailles. Concernant les OTEX viticulture et fruits, il est difficile d’analyser la situation française étant donné que les informations de 2, voire 3 bassins sur 6 sont soumis au secret statistique.

On constate que, du fait de la variabilité des surfaces agricoles utiles des exploitations en fonction de leur orientation technico-économique, l’OTEX dominante dans un bassin n’est pas forcément la même lorsqu’on considère le nombre d’exploitation spécialisées ou la surface occupée par ces exploitations spécialisées. Ainsi le bassin Loire Bretagne est dominé, si l’on considère le nombre d’exploitations, par l’OTEX « bovins lait » (22% des exploitations moyennes et grandes du bassin), suivie dans l’ordre par l’OTEX « grandes cultures » (18%) puis « bovins viandes » (17%), l’OTEX « porcins, volailles » n’apparaissant qu’en quatrième place (16%). L’ordre est modifié lorsqu’on considère les surfaces des exploitations spécialisées : les surfaces des exploitations spécialisées en « grandes cultures » dominent (25% de la SAU du bassin), suivies par celles en « bovins viandes » (22%) et en « bovins lait » (19%), les surfaces des exploitations spécialisées en « porcins - volailles » ne représentant que 10% de la SAU du bassin.

SAU en hectares (moyennes et grandes exploitations)	Rhin Meuse	Artois Picardie	Rhône Méditerranée Corse	Adour Garonne	Loire Bretagne	Seine Normandie	Total France métropolitaine
grandes cultures	402 548	769 275	607 676	1 238 721	2 237 919	3 298 675	8 554 816
%	5	9	7	14	26	39	100
bovins lait	307 168	138 634	712 204	395 275	1 689 387	683 251	3 925 919
%	8	4	18	10	43	17	100
bovins viande	78 098	8 421	311 767	888 837	1 844 316	211 882	3 343 321
%	2	0	9	27	55	6	100
autres herbivores	187 360	s	531 463	737 496	819 240	243 777	2 548 005
%	7		21	29	32	10	100
porcins, volailles	14 525	27 693	67 201	184 494	864 049	75 395	1 233 358
%	1	2	5	15	70	6	100
maraichage, horticulture	s	4 171	34 417	31 434	40 031	17 613	130 503
%		3	26	24	31	13	100
viticulture	24 543	s	s	400 596	88 166	88 171	1 055 618
%	2			38	8	8	100
fruits	s	s	s	82 577	26 079	6 742	241 853
%				34	11	3	100
autres	396 155	309 498	493 055	703 595	1 257 032	905 741	4 065 075
%	10	8	12	17	31	22	100
Total	1 416 874	1 287 322	3 333 782	4 663 024	8 866 219	5 531 247	25 098 468
<i>dont zone vulnérable</i>	662 142 (47%)	1 126 182 (87%)	707 146 (21%)	1 580 175 (34%)	5 581 376 (63%)	4 855 819 (88%)	

Tableau 9 : Répartition de la SAU des moyennes et grandes exploitations des bassins hydrographiques selon leur OTEX – Source : RA2010 –

(‘s’ soumis au secret statistique ; en jaune les bassins hydrographiques qui présentent la SAU la plus importante pour chaque OTEX).

Le Tableau 10 donne pour chaque bassin hydrographique et pour chaque OTEX, la part de SAU classée en zone vulnérable. Celle-ci varie de façon importante entre les bassins hydrographiques. En effet, elle va de 21% pour le bassin Rhône Méditerranée Corse à 88% pour le bassin Seine Normandie (NB : cela ne concerne que la SAU des moyennes et grandes exploitations). Elle varie également en fonction des OTEX (24% pour bovins viande en moyenne contre 80% pour grandes cultures). En général, la part de SAU en zone vulnérable de l’OTEX « autres herbivores » est plus faible (entre 6 et 65%) que celle de l’OTEX grandes cultures (entre 49 et 96%), par exemple.

SAU en hectares	Rhin Meuse		Artois Picardie		Rhône Méditerranée Corse		Adour Garonne		Loire Bretagne		Seine Normandie		Total France métropolitaine	
	Total	Dont zone vulnérable	Total	Dont zone vulnérable	Total	Dont zone vulnérable	Total	Dont zone vulnérable	Total	Dont zone vulnérable	Total	Dont zone vulnérable	Total	Dont zone vulnérable
grandes cultures	402 548	265 540	769 275	693 309	607 676	300 500	1 238 721	709 793	2 237 919	1 686 657	3 298 675	3 168 447	8 554 816	6 824 245
% ZV/total		66		90		49		57		75		96		80
bovins lait	307 168	116 794	138 634	115 788	712 204	66 107	395 275	84 175	1 689 387	1 277 730	683 251	472 265	3 925 919	2 132 859
% ZV/total		38		84		9		21		76		69		54
bovins viande	78 098	17 950	8 421	7 512	311 767	39 386	888 837	88 475	1 844 316	558 202	211 882	101 252	3 343 321	812 777
% ZV/total		23		89		13		10		30		48		24
autres herbivores	187 360	52 660	s	s	531 463	31 904	737 496	99 287	819 240	442 364	243 777	159 040	2 548 005	811 068
% ZV/total		28				6		13		54		65		32
porcins, volailles	14 525	7 446	27 693	25 919	67 201	20 274	184 494	66 625	864 049	722 596	75 395	61 999	1 233 358	904 859
% ZV/total		51		94		30		36		84		82		73
maraichage, horticulture	s	s	4 171	4 125	34 417	10 151	31 434	13 186	40 031	25 707	17 613	14 560	130 503	69 469
% ZV/total				99		29		42		64		83		53
viticulture	24 543	23 221	s	s	s	33 669	400 596	163 089	88 166	s	88 171	87 362	1 055 618	358 349
% ZV/total		95						41				99		34
fruits	s	s	s	s	s	31 057	82 577	38 934	26 079	s	6 742	5 472	241 853	91 410
% ZV/total								47				81		38
autres	396 155	174 701	309 498	253 113	493 055	174 099	703 595	316 611	1 257 032	803 859	905 741	785 423	4 065 075	2 507 804
% ZV/total		44		82		35		45		64		87		62
Total	1 416 874	662 142	1 287 322	1 126 182	3 333 782	707 146	4 663 024	1 580 175	8 866 219	5 581 376	5 531 247	4 855 819		
% ZV/total		47		87		21		34		63		88		

Tableau 10 : Part de la SAU en zone vulnérable pour chaque OTEX et pour chaque Bassin Hydrographique - Source: RA2010 -

En résumé, chaque bassin hydrographique présente ses propres caractéristiques :

- le bassin Adour Garonne possède 68 000 moyennes et grandes exploitations en 2010 soit près de 22% du total français, sur 4,66 millions d'hectares de SAU soit 18,6% du territoire français. 33% de ces exploitations et 34% de la SAU sont en zone vulnérable. Les exploitations sont essentiellement spécialisées en grandes cultures, bovins viande, autres herbivores et viticulture, ce qui donne donc un territoire plutôt diversifié au niveau des productions agricoles. Environ un tiers de la SAU et des exploitations agricoles est situé en zone vulnérable. Les OTEX possédant le plus fort pourcentage de SAU en zone vulnérable sont les grandes cultures (57%), les fruits (47%) et la catégorie autres (45%) ;
- le bassin Artois Picardie comptabilise 14 589 moyennes et grandes exploitations soit 4,7% du total français, sur 1,3 millions d'hectares de SAU (5,1 % du territoire français). 90% de ces exploitations et 87% de la SAU sont en zone vulnérable. 60% de la SAU du bassin est occupée par des exploitations à orientation grandes cultures et 90% de la SAU de cette OTEX est en zone vulnérable. Toutes les OTEX ont au moins 80% de leur SAU en zone vulnérable.
- le bassin Loire Bretagne regroupe 32,3% des moyennes et grandes exploitations françaises (100 723 exploitations) et 35,3% de la SAU (8 866 219 hectares). 67% de ces exploitations et 63% de la SAU sont en zone vulnérable. C'est un bassin à forte dominante élevage, qui rassemble 46% des exploitations à orientation bovins lait de France métropolitaine, 52% des exploitations bovins viande et 64% des exploitations porcins - volailles. Sur le bassin, ces 3 orientations occupent 50% de la SAU des moyennes et grandes exploitations. 25% supplémentaires sont occupés par des exploitations à orientations grandes cultures. 75% de la surface des exploitations spécialisées en grandes cultures est en zone vulnérable. De même, 76% de la SAU des OTEX bovins-Lait et 84% de la SAU des OTEX porcins - volailles sont en zone vulnérable (722 596 hectares d'OTEX porcins - volailles situés en ZV sur le bassin, soit 80% de la SAU française porcins - volailles située en ZV). C'est également le bassin hydrographique français avec la plus grande surface de SAU occupée par des moyennes et grandes exploitations à orientation maraîchère. Ce bassin constitue donc un bassin à fort potentiel de productions agricoles ;
- les moyennes et grandes exploitations du bassin Rhin-Meuse représentent 4,9% du total français sur 5,6% de la SAU. 47% de cette SAU est classée en zone vulnérable et 58% des exploitations sont situées dans ces zones. Les activités principales en termes de nombre d'exploitations sont les grandes cultures (4 028 exploitations, soit 26% des exploitations du bassin), les « bovins lait » (2 839 exploitations, soit 19%) et la viticulture (2 372 exploitations, soit 16%). 95% de la SAU des exploitations à orientation viticole est située en zone vulnérable contre 66% seulement pour la SAU des exploitations spécialisées en grandes cultures ;
- sur le bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 58 007 moyennes et grandes exploitations (18,6% du total français) occupent 13,3% (3 333 782 hectares) de la SAU française des moyennes et grandes exploitations. 21% de cette SAU est classée en zone vulnérable, et 17% des exploitations du bassin sont situées dans ces zones. La SAU est essentiellement partagée entre des

exploitations bovins lait, grandes cultures et autres herbivores. Ce bassin représente également 40% (en nombre d'exploitations) des moyennes et grandes exploitations orientées en maraîchage en France. Les OTEX présentant le plus fort pourcentage de SAU en zone vulnérable sont les OTEX grandes cultures (49%) et autres (35%).;

- enfin, le bassin Seine-Normandie compte 55 321 moyennes et grandes exploitations (soit 17,7% du total français) sur 5 531 247 hectares (soit 22% de la SAU française des moyennes et grandes exploitations). 88% de sa SAU et de ses exploitations sont situées en zone vulnérable. 60% de sa SAU est occupée par des exploitations à orientation grandes cultures (au nombre de 22 569, soit 32% du total français) et 96% de la surface occupée par ces exploitations est classée en zone vulnérable (3 168 447 hectares classés en ZV, soit 46% de la SAU totale française grandes cultures située en ZV). 18% des exploitations sont spécialisées en viticulture, elles occupent 1,6% de la SAU du bassin et 99% de la SAU de cette OTEX est en zone vulnérable. 87% de la SAU des exploitations classées en OTEX autres est en zone vulnérable.

2.4 L'occupation des sols agricoles

En résumé :

En 2010, en zone vulnérable, la SAU comporte :

- 12,6 M ha de terres arables (près de 70% des terres arables en France) ;
- 2,2 M ha de prairies permanentes (près de 30% des prairies permanentes en France).

La surface fourragère principale (SFP) représente 5 Mha soit 40% de la SFP en France.

Les cultures permanentes (vignes et arboriculture) représentent 300 000 ha soit 30% des surfaces occupées par ces cultures en France : le bassin Rhône-Méditerranée-Corse en a la plus grande surface (près de 59 000 hectares), suivi de près par les bassins Loire Bretagne et Seine Normandie (plus de 53 000 hectares chacun).

Au niveau national, le Tableau 11 montre une diminution de la SAU totale de 3% entre 2000 et 2010.

en hectares	2000		2010		
	total	(% de SAU globale)	total	(% de SAU globale)	ZV (% de SAU total 2010)
SAU globale	27 856 313		26 963 252		15 153 710 (56%)
terres labourables	18 353 436	(66%)	18 314 187	(68%)	12 631 575 (69%)
fourrages	4 684 463	(17%)	4 908 157	(18%)	2 800 815 (57%)
STH	8 316 070	(30%)	7 634 370	(28%)	2 216 750 (29%)
SFP (fourrages+STH)	13 000 533	(47%)	12 542 527	(47%)	5 017 565 (40%)

Tableau 11 : Superficie des principaux types d'occupation du sol au niveau français (les pourcentages de ZV sont exprimés en fonction de la SAU nationale avec la même occupation des sols) - Source RA2000 et RA2010 -

NB : Les fourrages sont inclus dans les terres labourables.

En 2010, la SAU française est occupée à 68% de terres labourables/arables qui regroupent : les surfaces en céréales, en oléagineux, protéagineux, les betteraves industrielles, les plantes textiles, médicinales et à parfum, les pommes de terre, les légumes secs et frais de plein champ, les cultures fourragères, les jachères, les terres en cultures maraîchères et florales, ainsi que les jardins familiaux. Les 32% restant de la SAU sont donc occupés par des cultures permanentes (type vergers, vignes...) et des surfaces toujours en herbe type prairies permanentes et alpages.

En 2010, 56% de la SAU est située en zone vulnérable. Près de 70% des 18,3 millions d'hectares de terres labourables sont situés en zone vulnérable contre seulement 30% des 7,6 millions d'hectares de Surfaces Toujours en Herbe.

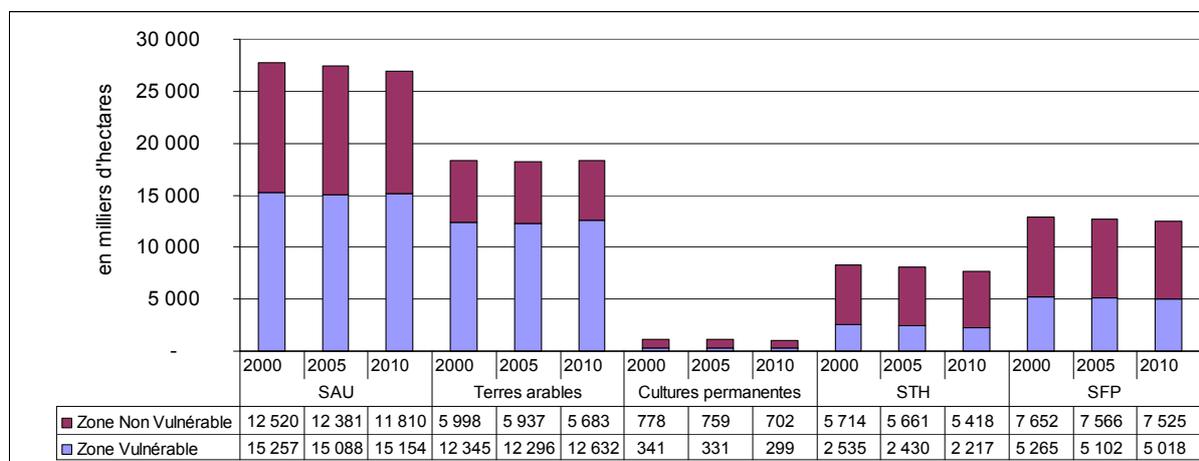


Figure 7 : Evolution des assolements de 2000 à 2010
 – Source RA 2000 échantillon extrapolé, ES2005, RA2010 -

D'après la Figure 7, la SAU du territoire français est en constante diminution, tout comme la Surface Toujours en Herbe. Comme évoqué au paragraphe 2.1, la proportion de zone vulnérable dans la totalité des surfaces a augmenté de 5% entre 2000 et 2010. Les cultures permanentes occupent une très petite surface par rapport aux terres arables ou aux surfaces en prairies. Par ailleurs, la proportion de cultures permanentes en zone vulnérable est faible (environ 30% pour les années 2000, 2005 et 2010) par rapport à la proportion de terres arables en zone vulnérable (près de 70% quelle que soit l'année considérée). A noter que l'évolution de la STH est comparable en ZV et hors ZV.

2.4.1 Les principales productions végétales

En résumé :

Sur l'ensemble du territoire métropolitain, la surface en terres arables reste globalement stable sur 10 ans. Le blé est la culture dominante en 2010 et représente 27% de la surface arable, suivi du maïs grain et fourrage (16%).

Dans les zones vulnérables, la part relative de cultures d'hiver par rapport aux cultures de printemps est en moyenne de 63,5%, mais elle est très variable selon les bassins : de 45% dans le bassin Adour-Garonne à plus de 70% pour les bassins Loire-Bretagne et Seine-Normandie.

La répartition des cultures en France (Tableau 12) montre une part importante de surfaces toujours en herbe dans l'assolement. La part de prairies temporaires augmente, de 2005 à 2010.

La surface en terres arables reste globalement stable sur 10 ans mais les tendances varient pour les différentes cultures : toutes les surfaces ont diminué à l'exception de celles en colza et en prairies temporaires. Le blé reste la culture dominante en 2010 (27% de la surface arable), suivi du maïs grain et ensilage (16%), de l'orge (9%) et du colza (8%).

A l'inverse, la surface en vergers a subi une diminution sur cette période.

Surfaces milliers ha et % terres arables	Cultures					
	Ensemble du territoire national métropolitain (Corse comprise)					
	Début du 2 nd programme d'action	Répartition de la surface en grandes cultures au niveau national (%)			Milieu du 3 ^{ème} programme d'action	4 ^{ème} programme d'action
	RA 2000	2000	2005	2010	(ES2005)	RA 2010
Terres arables	18 344				18 233	18 314
STH	8 249				8 090	7 634
vergers (ha)	234				216	137
vignes (ha)	884				874	788
légumes frais fraise, melon (ha)	247				240	201
Blé	5 260	29	29	27	5 250	4 897
Maïs (grain et fourrage)	3 130	17	16	16	2 980	3 002
Orge	1 520	8	9	9	1 570	1 574
Colza	1 180	6	7	8	1 210	1 463
Tournesol	720	4	4	4	640	692
Betteraves	414	2	2	2	383	383
légumes secs et protéagineux (ha)	480	3	2	2	428	422
Pommes de terre	156	1	1	1	152	154
Prairies temporaires	2 872	16	15	17	2 805	3 195
SAU	27 778				27 470	26 958

Tableau 12 : Répartition des principales cultures dans l'assolement entre 2000, 2005 et 2010

La répartition entre cultures d'hiver et cultures de printemps varie selon les bassins hydrographiques français (Figure 8). Les cultures d'hiver correspondent dans le RA 2010 aux céréales d'hiver ainsi qu'au colza grain d'hiver, et les cultures de printemps comprennent les céréales de printemps, la catégorie « autres oléagineux, protéagineux et plantes à fibres », les plantes industrielles et les pommes de terre. Dans les bassins Loire Bretagne et Seine Normandie, la part relative de cultures d'hiver par rapport aux cultures de printemps dépasse les 70% en zone vulnérable. Sur le bassin Adour Garonne en revanche, cette part n'est que de 45%. En moyenne dans les zones vulnérables, la part relative de culture d'hiver est de 63,5%.

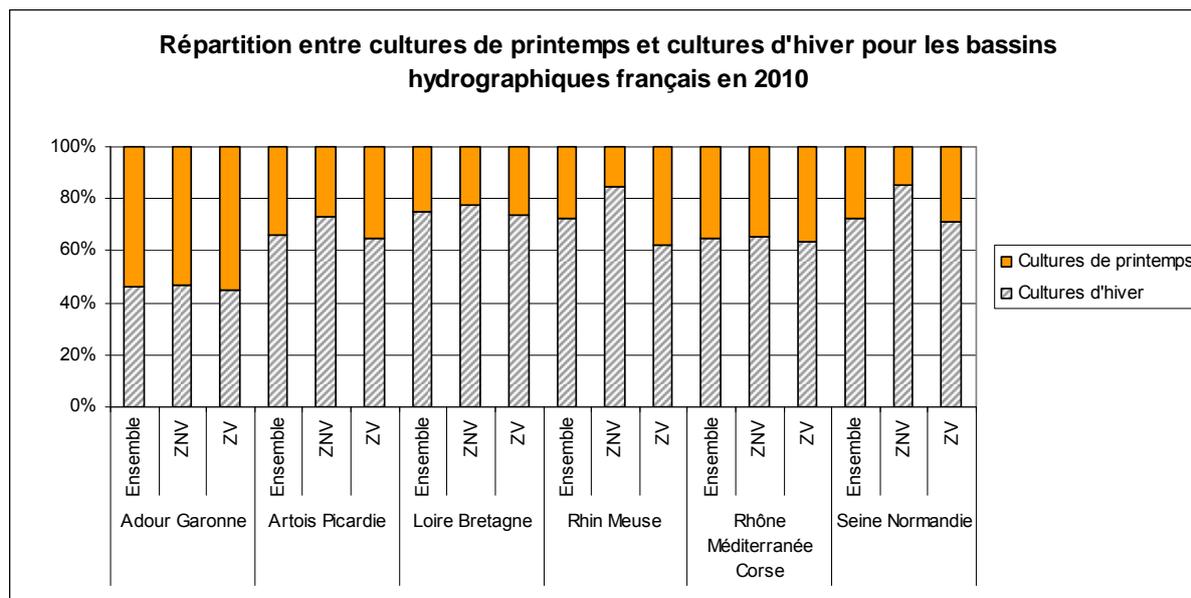


Figure 8: Répartition entre cultures de printemps et d'hiver pour chaque bassin hydrographique et selon différents découpages (France entière, ZV, ZNV) Source : RA 2010

2.4.2 Les cultures couvrant les sols à l'automne avant cultures de printemps

En résumé :

La couverture des sols à l'automne avant culture de printemps⁶ (à travers un couvert végétal implanté) est définie dans cette analyse par la présence d'une culture intermédiaire piège à nitrates, d'un engrais vert ou d'une culture dérobée.

Il existe des différences marquées de couverture des sols à l'automne à travers un couvert végétal implanté avant cultures de printemps selon les bassins, le plus couvert étant le bassin Loire-Bretagne, le moins couvert étant le bassin Adour-Garonne.

La couverture des sols à l'automne en France (à travers un couvert végétal implanté) avant culture de printemps est en moyenne de 49% pour les zones vulnérables.

La couverture des sols à l'automne sur les surfaces destinées aux cultures de printemps (à travers un couvert végétal implanté) comprend les cultures intermédiaires piège à nitrates (CIPAN), les engrais verts ainsi que les cultures dérobées (Figure 9).

La surface couverte à l'automne est inférieure à la surface en cultures de printemps, que ce soit pour l'ensemble des terres ou seulement pour celles classées en zones vulnérables. Les écarts varient d'un bassin à l'autre, allant d'environ 970 000 hectares pour l'ensemble des terres en Adour-Garonne (où seule 13% de la surface en cultures de printemps est couverte à l'automne par implantation d'un couvert), à 89 000 hectares pour les zones vulnérables d'Artois Picardie (où 71% de la surface

⁶ Avertissement : il convient de rappeler que la couverture des sols à l'automne avant culture de printemps à travers un couvert végétal implanté analysée dans cette partie ne représente qu'une partie des types de couverture autorisés dans les 4^{èmes} programmes d'actions. De plus, l'obligation de couverture des sols introduite dans le 4^{èmes} programmes d'actions est progressive, l'objectif étant de généraliser la couverture des sols à l'automne sur l'ensemble des zones vulnérables en 2012 (avec différentes modalités dont le couvert implanté). Il est donc normal que l'ensemble des surfaces en interculture avant cultures de printemps ne soient pas couvertes par des couverts implantés à l'automne 2009

en cultures de printemps de la zone vulnérable du bassin est couverte à l'automne par implantation d'un couvert).

Pour Seine Normandie on trouve environ 429 000 hectares de différence tout territoire confondu entre les surfaces en cultures de printemps et les surfaces couvertes à l'automne (60% de la surface en cultures de printemps est couverte à l'automne par implantation d'un couvert). La couverture des sols à l'automne (à travers un couvert végétal implanté) avant culture de printemps est en moyenne de 49% pour l'ensemble des zones vulnérables françaises.

C'est en Loire Bretagne, où une part importante de cultures dérobées est présente, que l'on trouve la proportion la plus importante de surfaces en culture de printemps couvertes à l'automne. Sur les zones vulnérables de ce bassin, la surface couverte en automne semble même supérieure à la surface en cultures de printemps, ce qui est difficilement envisageable. Cela s'explique peut être par une mauvaise interprétation de la question lors de l'enquête. En tenant compte de la marge d'erreur applicable à ces données, il n'est pas possible d'interpréter cette différence. La définition des cultures de printemps adoptée ici joue peut-être également un rôle, puisque les cultures fourragères ne sont pas incluses dans les cultures de printemps.

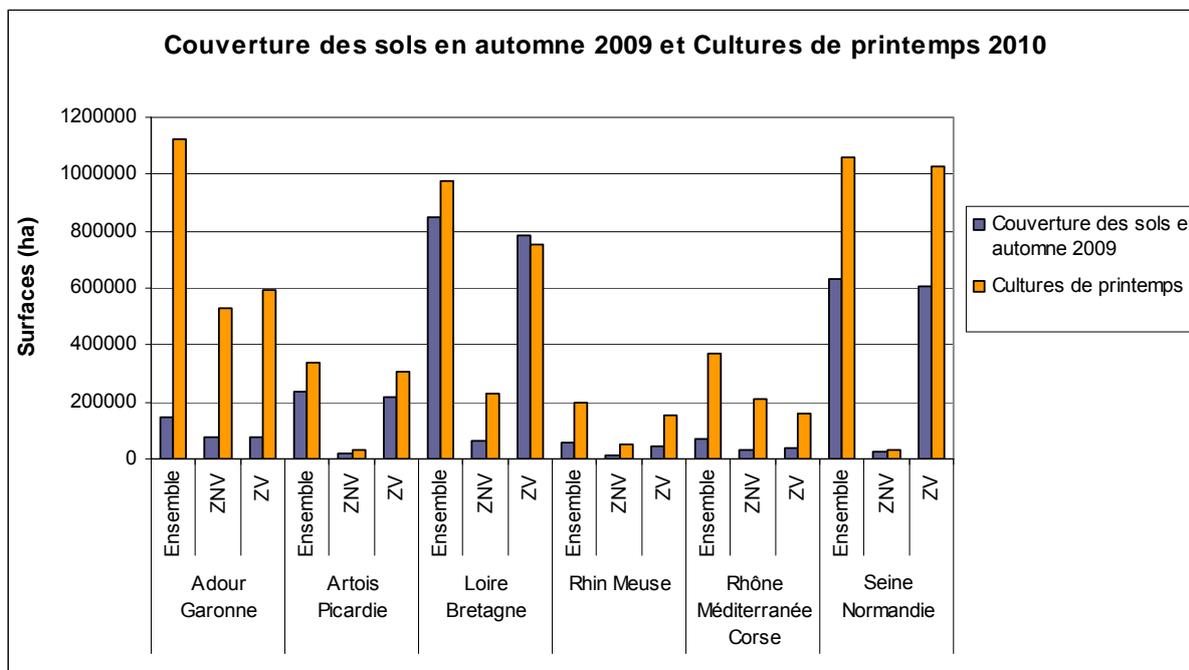


Figure 9 : Surface couverte par une culture en fin d'été 2009 (CIPAN, cultures dérobées) et cultures de printemps 2010 pour les bassins hydrographiques français (Source : RA 2010)

2.5 Les productions animales

En 2010, on compte 19,5 millions de bovins en France, 13,9 millions de porcins et 221,6 millions de volailles.

Si les cheptels de bovins et de porcins ont diminué de 5% environ entre 2000 et 2010 (respectivement -4% et -7%), le cheptel de volailles a lui augmenté de 7% (Tableau 13). Le nombre d'exploitations possédant des porcins et des volailles a diminué de plus de la moitié et d'un tiers pour les bovins. On notera que ces chiffres sont proches de ceux exposés en partie 2.3 (tableau 5) pour les bovins (-33%) mais très éloignés pour les porcins et les volailles (+32%) : en effet on considèrerait alors les

exploitations spécialisées (OTEX porcins et volailles) alors qu'on considère ici l'ensemble des exploitations possédant ces animaux..

	Bovins		Porcins		Volailles	
	exploitations	effectifs	exploitations	effectifs	exploitations	effectifs
2000	296 604	20 388 920	67 403	15 001 728	257 261	206 374 489
2010	199 624	19 506 209	24 454	13 921 515	118 037	221 659 863
Evolution 2000 - 2010 (en %)	-33	-4	-64	-7	-54	7

Tableau 13: Evolution du nombre d'exploitations et des cheptels des principales catégories d'animaux entre 2000 et 2010. Les chiffres correspondent à l'ensemble des exploitations possédant des animaux de la race considérée. - **Source: Agreste DISAR, RA 2000 et 2010**

En 2010, 40% du cheptel bovin est constitué de vaches laitières et de vaches allaitantes. Pour les volailles, 65% du cheptel sont des poulets de chair et coqs.

Une déclinaison des cheptels bovins et porcins est proposée pour chaque bassin hydrographique (Figure 10 et Figure 11).

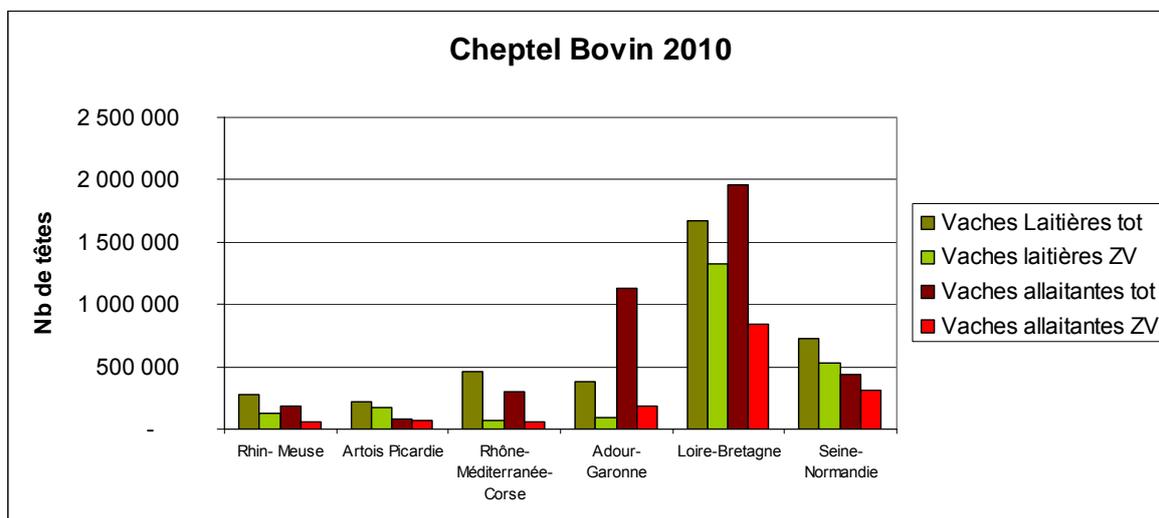


Figure 10 : Cheptel bovin français en 2010, selon les différents bassins hydrographiques – Source : RA 2010

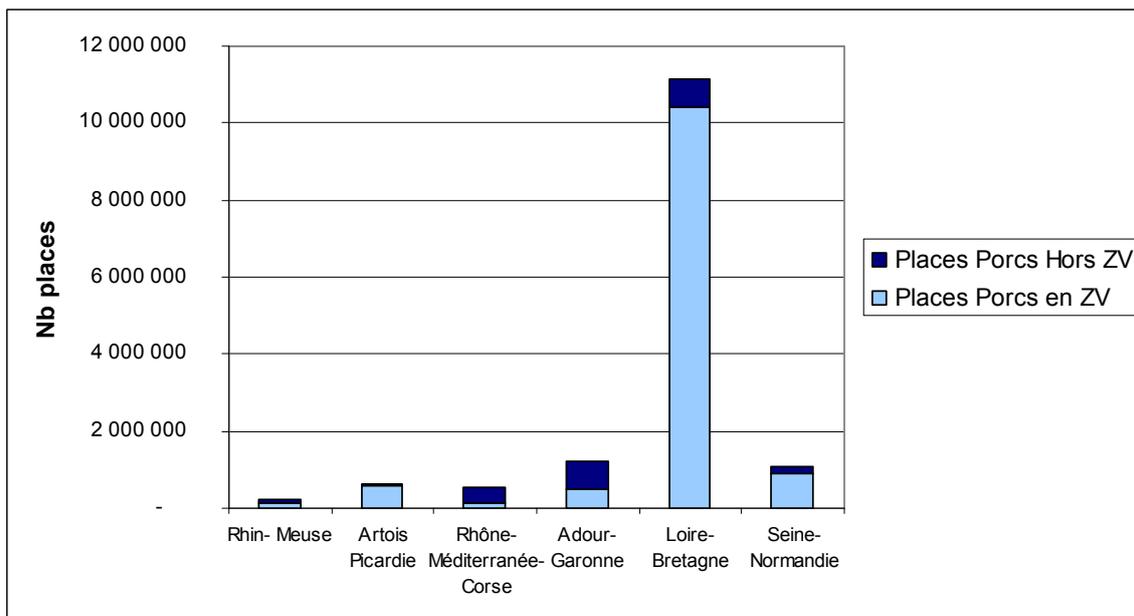


Figure 11 : Cheptels porcins dans les différents bassins hydrographiques et selon qu'ils se situent en zone vulnérable ou non. - Source RA2010 –

Les cheptels ne sont pas du tout répartis de façon homogène sur l'ensemble du territoire, que ce soit pour les vaches allaitantes, les vaches laitières ou les porcs. La majeure partie des cheptels nationaux est située dans le bassin Loire Bretagne, qui concentre donc les effluents organiques d'origine animale.

En général, la majorité du cheptel de vaches laitières est située en zone vulnérable (avec tout de même de fortes différences d'un bassin à l'autre), ce qui n'est pas vérifié pour les vaches allaitantes. Concernant les porcs, la quasi-totalité des places est située en zone vulnérable, dans le bassin Loire-Bretagne tout particulièrement (93% des places totales du bassin situées en zone vulnérable).

2.6 Conclusion

Cette partie présente l'évolution des activités agricoles entre 2000 et 2010, et principalement des cultures et du cheptel, à l'échelle de la France, des zones vulnérables et hors de ces zones vulnérables. Elle décrit les activités agricoles majeures en zones vulnérables et les spécificités de chaque bassin.

On peut résumer les tendances dominantes de l'agriculture française au cours du 4^e programme d'actions par ces éléments (chiffres issus du RA 2010) :

- près de 27 000 000 ha de Surface Agricole Utile (SAU), soit une diminution de 3% depuis 2000 ;
- près de 490 000 exploitations agricoles, soit 26% de moins qu'en 2000 ;
- 74% du nombre total d'exploitations dans les orientations technico-économiques (OTEX) « grandes cultures », « bovins lait », « bovins viande », « autres herbivores » et « viticulture » ;
- le blé culture dominante (27% de la surface arable), suivi du maïs (16%), de l'orge (9%) et du colza (8%) ;

- 32% des terres arables occupées par des cultures de printemps (maïs, tournesol...);
- concernant les animaux, l'effectif de volailles est le seul en hausse depuis 2000 (+7% en dix ans avec désormais 221 millions de têtes). Les cheptels bovins et porcins sont en baisse ; ils représentent respectivement 19 et 14 millions de têtes. Ils sont de plus très inégalement répartis sur le territoire.

Les zones vulnérables sont caractérisées par plusieurs éléments (chiffres du RA 2010) :

- une augmentation de la SAU par rapport au précédent programme d'actions, s'élevant à 56% de la SAU du territoire français ;
- 50% des exploitations (de toutes tailles), et une proportion d'exploitations moyennes et grandes supérieure à la moyenne nationale (70% contre 64% sur l'ensemble du territoire);
- une part importante des surfaces des systèmes « grandes cultures », « porcins, volailles » et dans une moindre mesure des systèmes « bovins lait » (54% de la SAU des moyennes et grandes exploitations spécialisées en bovins lait en ZV) alors qu'en dehors des zones vulnérables, on trouve davantage de surfaces en système « bovins viande », « autres herbivores » et en « viticulture » ;
- la majorité des terres arables (69% de la surface nationale), des cultures de légumes et de pommes de terre ;
- une faible proportion des cultures permanentes (30% des vignes et vergers) et de la surface toujours en herbe (29% de la surface nationale) ; de même seuls 40% de la surface fourragère principale sont situés en zone vulnérable en 2010 ;
- une couverture des sols à l'automne (à travers un couvert végétal implanté – CIPAN, engrais vert ou culture dérobée) avant culture de printemps en moyenne de 49% de la surface en culture de printemps.

Ainsi, au niveau national, les zones vulnérables se caractérisent par une activité agricole plus dense que sur le reste du territoire.

Mais il est important de noter que **l'orientation des exploitations, l'occupation du sol ainsi que la proportion de zones vulnérables peuvent varier fortement d'un bassin hydrographique à l'autre.**

Environ 90% de la SAU des bassins Artois Picardie et Seine Normandie sont classés en zone vulnérable. L'OTEX principale de ces deux bassins (en termes de SAU) est « Grandes cultures » (60% de la SAU totale des moyennes et grandes exploitations).

Seulement 21% de la SAU du bassin Rhône Méditerranée Corse sont classés en zone vulnérable, sachant que 58 800 hectares soit 7,7% de la SAU en zone vulnérable du bassin sont occupés par des cultures permanentes (vignes et arboriculture).

Le bassin Loire Bretagne regroupe une grande partie des élevages français (Bovins lait (46%), Bovins viande (52%) et Porcins-Volailles (64%)).

33% de la SAU du bassin Adour Garonne est située en zone vulnérable. Les orientations principales en termes de nombre d'exploitations sont «Grandes cultures », « Bovins viande », « Autres herbivores » et « Viticultures ».

Enfin, 46% de la SAU du bassin Rhin Meuse sont situés en zone vulnérable et les orientations principales des exploitations sont « Grandes cultures » et « Bovins lait ».

ANNEXE 1 : Tableau des correspondances entre les catégories d'OTEX officielles, retenues dans le bilan de la mise en œuvre de la « Directive Nitrates » en France 2008 et celles retenues dans le RA2010.

N° OTEX officiel	Nomenclature OTEX officiel	Nomenclature Bilan DN 2008	Nomenclature RA2010
60	polyculture		
71	polyélevage à orientation herbivores		Exploitations de polyculture et polyélevage
81	grandes cultures et herbivores	autres	
82	autres combinaisons de culture et d'élevage		
90	exploitations non classées		Exploitations non classées
39	fruits et autres cultures permanentes	fruits	Exploitations spécialisées en cultures fruitières et autres cultures permanentes
37	vins d'appellation d'origine	viticulture	Exploitations spécialisées en viticulture
38	autre viticulture		
28	maraîchage	maraîchage, horticulture	Exploitations spécialisées en maraîchage et horticulture
29	fleurs et horticulture diverse		
50	granivores	porcins, volailles	Exploitations d'élevage hors sol
72	polyélevage à orientation granivores		
43	bovins lait, élevage et viande	autres herbivores	Exploitations bovines — lait, élevage et viande combinés
44	ovins, caprins et autres herbivores		Exploitations avec ovins, caprins et autres herbivores
42	bovins élevage et viande	bovins viande	Exploitations bovines spécialisées — orientation élevage et viande
41	bovins lait	bovins lait	Exploitations bovines spécialisées — orientation lait
13	céréales et oléoprotéagineux	grandes cultures	Exploitations spécialisées en grandes cultures
14	cultures générales		

3. Les pratiques agricoles de fertilisation azotée de 2001 à 2011

Il s'agit de comparer les pratiques observées en 2001 (mise en place du 2^{ème} programme d'action), en 2006 (à mi-parcours du 3^{ème} programme d'action) et en 2011 (au cours du 4^{ème} programme d'action), d'évaluer leur évolution au regard des mesures des programmes d'action et de mesurer les écarts entre zone vulnérable et hors zone vulnérable.

Cette partie présente successivement :

- un rappel méthodologique,
- des éléments de contexte relatifs aux trois dernières enquêtes,
- les caractéristiques principales de la gestion et de l'utilisation de l'azote en France métropolitaine.

3.1 Rappels méthodologiques

Les données utilisées dans cette partie sont issues des enquêtes nationales intitulées « pratiques culturales », menées par le SSP (Service de la statistique et de la prospective) et portant sur les campagnes 2000-2001, 2005-2006 et 2010-2011.

Le champ de l'enquête porte sur les principales grandes cultures : blé tendre, blé dur, orge d'hiver et de printemps, maïs grain et ensilage, colza, tournesol, pois, betterave et pomme de terre.

Le champ géographique de l'enquête (Tableau 14) 2010-2011 a été déterminé par culture en tenant compte, au sein de chaque région (représentativité régionale), de la surface de la culture (au moins 5% de la SAU régionale, puis 5% de la SAU de chaque département de la région). Des critères sont aussi introduits à l'échelle de la France entière (représentativité nationale) : les surfaces cumulées doivent couvrir au moins 80% des surfaces totales des cultures enquêtées (contre 60% pour l'enquête précédente). Le champ d'enquête a été établi à partir des données Teruti et de la statistique agricole annuelle pour 2001 et 2006, et à partir des fichiers de la PAC (Registre Parcellaire Graphique) pour 2011. La part des surfaces enquêtées reste stable ou augmente pour toutes les cultures (sauf pour maïs et prairies temporaires). L'augmentation est particulièrement élevée pour les cultures de pommes de terre et de pois.

Les données sont collectées au niveau d'une parcelle d'une exploitation : elles permettent de caractériser les pratiques culturales, et en particulier les modalités de gestion de l'azote (fertilisation et interculture) pour chacune des cultures enquêtées au regard de leur surface.

Culture	Nombre de départements enquêtés en 2001	Nombre de départements enquêtés en 2006	Nombre de départements enquêtés en 2011	Part des surfaces couvertes par le champ en 2001(%)	Part des surfaces couvertes par le champ en 2006(%)	Part des surfaces couvertes par le champ en 2011(%)
Blé tendre	65	63	63	98	98	98
Blé dur	12	11	16	86	77	84
Orge	39	39	40	81	84	85
Maïs	62	65	44	91	95	90
Betterave	11	11	12	80	82	88
Tournesol	15	18	28	62	79	90
Colza	30	30	38	80	84	90
Pomme de terre	3	3	14	50	48	90
Pois	15	14	33	68	59	84
Prairies temporaires	43	47	40	84	91	85
Prairies perm. intensives	19	19	47	30	26	85

Tableau 14 : Champ de l'enquête « Pratiques Culturales » 2011

3.2 Eléments de contexte pour l'interprétation des résultats des trois enquêtes (2000-2001, 2005-2006 et 2010-2011)

3.2.1 Principales caractéristiques climatiques des trois campagnes

Les conditions climatiques de la campagne 2000-2001 (1^{ère} enquête pratiques culturales)

Entre septembre 2000 et février 2001, les précipitations ont été très supérieures aux normales sur la quasi-totalité du territoire. L'hiver a été marqué par de nombreuses inondations notamment en Bretagne. Sur cette même période, les températures ont été très douces favorisant la minéralisation et augmentant les risques de fuite d'azote ; elles n'ont fléchi que fin février. Les pluies ont perturbé les semis des céréales d'hiver qui ont été réalisés dans des conditions médiocres ou tardivement. Autre conséquence de l'humidité, une part des semis d'automne se sont reportés sur des cultures de printemps (maïs, orge ou betterave).

La pluviométrie est restée élevée en mars et avril 2001 pour ne diminuer qu'en mai. Les inondations, encore nombreuses, ont atteint leur paroxysme en avril dans la Somme. Les températures sont restées fraîches surtout en avril. L'installation des cultures de printemps a donc été pénalisée.

Le mois de juin 2001 a été sec mais la pluie a repris en de nombreuses régions entre juillet et septembre. La température, proche des normales, n'a fortement augmenté que fin juillet et fin août. Le temps chaud et sec de mai et juin a pénalisé des cultures de printemps déjà handicapées par un enracinement défaillant suite aux mauvaises conditions printanières qui avaient précédé leur implantation. Le retour de la pluie en juillet, au moment des récoltes, a également affecté les rendements.

Au terme de cette campagne très humide, le bilan est marqué par la faiblesse des rendements : déficit de 7% pour les céréales d'hiver par référence à la campagne antérieure, 10% pour les cultures de printemps (pois et orge doublement pénalisés par l'humidité lors des semis et par la période sèche lors de l'élaboration du rendement). Pour les cultures d'été (maïs et tournesol notamment), la chute des rendements est limitée. Pour la betterave, les retards de semis se sont traduits par une baisse plus sensible des rendements.

Les conditions climatiques de la campagne 2005-2006 (2^{nde} enquête pratiques culturales)

De septembre 2005 à mars 2006, le niveau des précipitations a été inférieur à la normale pour la France. Les semis des cultures d'hiver ont été réalisés dans de bonnes conditions mais la levée des graines a été plus longue. Les pluies d'octobre et novembre dans le sud et l'Ouest ont permis de rattraper le retard de végétation constaté au début de l'automne.

Les températures de l'hiver entre décembre et février, en dessous des valeurs normales ont provoqué pour la plupart des cultures d'hiver des retards de végétation. Les changements rapides de température du début de printemps ont affecté les semis des cultures d'été.

De mars à mai 2006, la partie centrale de la France et le Nord Ouest a été très arrosée avec des précipitations très supérieures à la normale. Les pluies assez bien réparties en mai ont permis de satisfaire les principaux besoins hydriques des cultures. Par contre les régions du sud ont souffert d'un déficit hydrique important sur l'ensemble de la période.

Juin et début juillet 2006 ont été secs et chauds sur la majeure partie du territoire excepté une bande centrale de la Charente à la Franche-Comté où les pluies ont été assez importantes.

La floraison des principales cultures d'été a été affectée par une fin de printemps sèche et chaude. Les déficits hydriques constatés expliquent les variations régionales des rendements pour la plupart des cultures.

Dans l'ensemble, les conditions climatiques ont été assez favorables aux cultures annuelles.

Les conditions climatiques de la campagne 2010-2011⁷(3^{ème} enquête pratiques culturales)

Le printemps exceptionnellement chaud et sec, au-delà du précédent record de 1976, a favorisé la précocité des productions mais surtout hypothéqué le potentiel de production des grandes cultures et des prairies sur la majeure partie du pays, seule la région méditerranéenne ayant été épargnée. Contrairement à 1976, l'été qui a suivi a été pluvieux, tempérant les effets de la sécheresse printanière. Les dégâts sur grandes cultures d'hiver et de printemps ont été limités et l'année aura été plutôt favorable pour les cultures d'été comme le maïs. La pousse de l'herbe, bien que restant très affectée dans certaines zones, a connu en règle générale des rattrapages significatifs.

Les productions végétales ont été perturbées par des séquences climatiques très contrastées. Les productions ont été accélérées par la sécheresse exceptionnelle du printemps, le plus sec et chaud depuis cinquante ans. Plus ou moins préjudiciables selon les régions, les effets du déficit pluviométrique sur les grandes cultures et les prairies ont ensuite été tempérés par un été pluvieux et frais.

In fine, les dégâts sont limités sur les grandes cultures d'hiver et de printemps et les rendements ont progressé pour les cultures d'été comme le maïs. La reprise de la pousse de l'herbe sur la quasi-totalité des régions n'a toutefois pas permis de compenser en volume et en qualité les pertes du printemps, celui-ci représentant habituellement près des deux tiers de la production annuelle. La situation s'est avérée meilleure à l'est de la France qu'au nord et sur la façade atlantique.

3.2.2 Rendements des cultures – focus sur la campagne 2010-2011

Les rendements obtenus en 2011 (Tableau 15) sont supérieurs à ceux de 2006 pour les cultures de maïs grain, colza, tournesol, betterave et pommes de terre, cependant les rendements diminuent pour l'ensemble des autres productions et notamment pour l'orge de printemps et le pois (respectivement -28% et -37%), le blé tendre et l'orge d'hiver (respectivement de -18% et -15%).

⁷ Sources : Agreste Conjoncture – Bilan conjoncturel 2011 n°7 Octobre Novembre 2011 ; ARVALIS-CETIOM-FranceAgriMer Bilan récoltes 2011 : communiqué de presse – Céréales à paille, colza et pois 09/08/11

	Rendement moyen en T/ha (Enquête 1994)	Rendement moyen en T/ha (Enquête 2001)	Rendement moyen En T/ha (Enquête 2006)	Rendement moyen En T/ha (Enquête 2011)	Evolution rendements 2006/2011
Blé tendre	7	7	7,2	6,1	-18%
Blé dur	4,5	4,5	4,7	4,6	-2%
Orge d'hiver		6,5	6,8	5,9	-16%
Orge printemps	5,7	5,2	5,9	4,6	-29%
Maïs grain	8,4	8,5	8,9	9,1	2%
Maïs ensilage	11,2	11,7	13	13	2%
Colza	2,8	2,7	3,2	3,4	11%
Tournesol	2	2,2	2,3	2,6	10%
Betterave		62	77,5	96	20%
Pois		4,2	4,8	3,5	-36%
Pomme de terre		3,8	4,1	4,4	6%

Tableau 15 : Rendement moyen des cultures depuis 1994.

Remarque : l'évolution des rendements a été calculée à partir des données non arrondies ce qui explique la différence de résultats si les calculs sont réalisés à partir des données ci-dessus.

Blé tendre

Le printemps chaud et sec qui a caractérisé la campagne (2010-2011) a entraîné une mauvaise valorisation des apports d'azote, limitant souvent les peuplements épis. Dans ces conditions, l'effet type de sol est marqué : les parcelles en sols superficiels et non irrigués ont particulièrement souffert, alors que les terres profondes ou irriguées s'en sortent beaucoup mieux, pouvant même obtenir de très bons rendements.

Dans les deux tiers sud du pays, les rendements extrêmes s'échelonnent de moins de 20 à 100 q/ha, avec une moyenne située aux environs de 50 q/ha dans le quart sud-ouest. La région Poitou-Charentes a été particulièrement pénalisée cette année, même si de bons résultats ont été obtenus en sols profonds. La région Pays de la Loire a été moins touchée, ce qui est aussi le cas de la Bourgogne et de la Franche-Comté, qui obtiennent des rendements moyens supérieurs à 60 q/ha, grâce à des conditions de remplissage plus favorables. De la Beauce au nord de la France, les rendements moyens se situent entre 60 et plus de 90 q/ha, avec ici aussi des extrêmes très importants, de moins de 30 à 120 q/ha, selon les parcelles et notamment la profondeur de sol. Le retour des pluies en mai - juin a profité aux situations tardives en permettant de finir correctement le remplissage des grains sur les sols profonds.

L'évolution des rendements en blé tendre par rapport à la moyenne 2006-2010 va de -20 % pour la région Poitou-Charentes à + 6 % pour le Nord-Pas-de-Calais.

Blé dur

Comme en blé tendre, les rendements sont très hétérogènes dans l'ensemble des régions de production. Ceci s'observe notamment dans le Sud-est, où les extrêmes varient de 10 q/ha à plus de 100 q/ha, la moyenne se situant aux environs de 35 q/ha. Dans le Sud-ouest, les écarts entre parcelles sont un peu moins importants et les rendements moyens varient de 40 à 55 q/ha selon les départements. Avec une moyenne proche des 45 q/ha, les rendements sont en net retrait en Poitou-Charentes, et ici encore très disparates : mauvais dans les sols séchant et très bons dans les marais. Les rendements sont d'un meilleur niveau dans les Pays de la Loire, avec une moyenne

d'environ 60 q/ha. Enfin, dans la région Centre, de très bons rendements, avoisinant 70 q/ha, sont obtenus au nord de la Loire tandis qu'ils sont plus limités au sud, à 45-50 q/ha, pour une moyenne régionale supérieure à 60 q/ha.

Orge d'hiver et orge de printemps

Orge d'hiver

Avec une moyenne estimée autour de 60 q/ha, les rendements des orges d'hiver sont en baisse de près de 7 % par rapport à l'année précédente. Ces résultats sont toutefois moins mauvais que ce qui était prévu suite à la sécheresse sévère du printemps. Le déficit de grains par mètre carré a en effet été compensé, au moins partiellement, par des poids de mille grains élevés (critère agronomique rendant compte de la bonne formation des grains et permettant également d'estimer le rendement d'une céréale avant sa récolte), obtenus grâce à un bon rayonnement et à l'absence d'échaudage durant le remplissage. Toutefois, comme pour les autres céréales à paille, la variabilité des rendements est importante. Les parcelles implantées sur sols séchantés réalisent des rendements moyens autour de 40-45 q/ha, soit environ 25 % en dessous de leur moyenne pluriannuelle. Inversement, sur les zones favorables et notamment sur les milieux agro-climatiques tardifs, les rendements moyens sont équivalents voire supérieurs à ceux enregistrés en 2010, notamment dans le nord de la France. Dans ces situations, il n'est pas rare d'observer des résultats proches de 95-100 q/ha.

Orge de printemps

On retrouve pour cette culture l'hétérogénéité des rendements en fonction des situations et notamment des types de sols. Ils tournent autour de 40 q/ha en moyenne dans les régions Poitou-Charentes et Lorraine et se rapprochent des 50 q/ha en Bourgogne, Champagne-Ardenne, Nord-Pas-de-Calais et Picardie.

En termes de qualité, les teneurs en protéines ont conduit à des déclassements de lots, notamment dans le nord-est de la France. Le retour des pluies durant le remplissage des orges de printemps a en effet favorisé la remobilisation de l'azote dans ces régions. Par ailleurs, les derniers lots peuvent présenter des grains verts, suite aux rejets d'épis qui ont eu lieu après le retour des pluies. Dans tous les cas, les calibrages sont généralement d'un très bon niveau.

Maïs

Les maïs, comme les autres cultures d'été, implantés autour du 1er mai, ont bénéficié de conditions franchement favorables à partir du moment où les levées n'ont pas été compromises par la sécheresse initiale du printemps. La faible couverture du sol de ces cultures au printemps a limité l'évapotranspiration et la période critique vis-à-vis du déficit hydrique, en juillet et août, a bénéficié de fortes pluies.

Le recul des surfaces est compensé par des rendements en forte hausse. Favorisé par la pluviométrie estivale, le rendement national atteint 98 q/ha, supérieur de 6,3 q/ha au rendement moyen 2006-2010. Les rendements en maïs progressent de 7 % par rapport à une année moyenne. Parmi les régions ayant une production significative, seule Poitou-Charentes connaît des rendements en recul (-9 %). Les plus fortes progressions sont celles de l'Aquitaine et l'Alsace.

Colza

On observe en 2011, un rendement moyen national qui dépasse 30 q/ha. Mais derrière cette moyenne se cache ici aussi une grande disparité de rendements, allant de moins de 15 q/ha à plus de 50 q/ha dans l'Est et le Nord. La réserve utile des sols, la qualité d'implantation et le suivi technique expliquent ces différences.

Dans les régions du Nord et en Haute-Normandie, des records départementaux sont battus avec environ 45 q/ha de moyenne, des rendements supérieurs à 50 q/ha fréquemment observés et des parcelles qui atteignent plus de 60 q/ha.

Les rendements moyens des régions Centre et Bourgogne sont proches de la moyenne nationale, tandis que ceux des régions de Champagne-Ardenne et de Lorraine dépassent ceux de 2010 (entre 30 et 40 q/ha). On observe toutefois une grande hétérogénéité entre parcelles, du fait de la disponibilité en eau des sols et des conditions climatiques très pénalisantes en petites terres. Dans ces situations, les erreurs agronomiques, notamment à l'implantation, impactent fortement le résultat final. En Poitou-Charentes, le colza est la culture qui a le mieux résisté à la sécheresse printanière et les résultats dépassent ceux de 2010.

Dans le Sud, les rendements se situent entre 20 et 25 q/ha. En cause, la sécheresse printanière dont l'impact négatif a été amplifié par des conditions d'implantation difficiles (sécheresse, fortes attaques d'altise) dans le Sud-ouest et la présence d'oïdium dans le Sud-est.

Tournesol

La récolte de tournesol, à presque 2 Mt, dépasserait de 16 % celle de 2010 et de 24 % la récolte moyenne 2006- 2010, en raison d'une progression conjointe de la sole et des rendements.

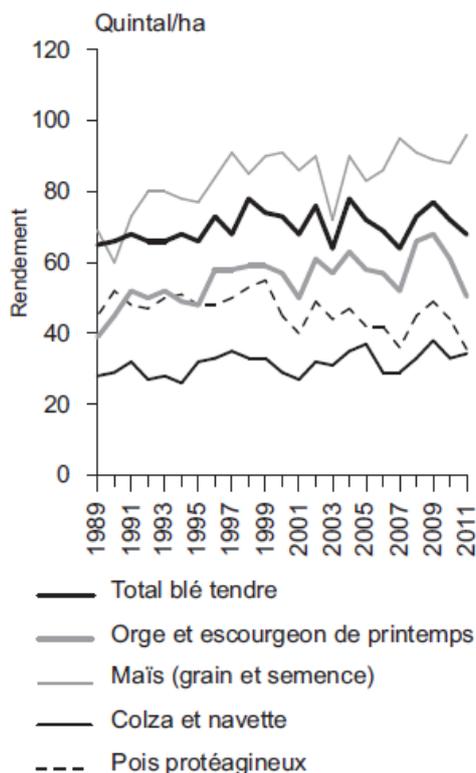
Les tournesols, cultures d'été implantées autour du 1er mai, ont en effet bénéficié de conditions franchement favorables à partir du moment où les levées n'ont pas été compromises par la sécheresse initiale. Comme pour le maïs, la faible couverture du sol de ces cultures au printemps a limité l'évapotranspiration ; et la période critique vis-à-vis du déficit hydrique, en juillet et août, a bénéficié de fortes pluies. Les rendements en tournesol progresseraient de 7 % par rapport à une année moyenne.

Pois

La production de pois est évaluée à 0,7 Mt (1,1 Mt en 2010), conséquence de rendements en forte baisse et d'une diminution des surfaces. Avec des semis de printemps en conditions sèches et un retour des pluies qui s'est fait beaucoup attendre, le nombre d'étages de gousses n'était pas au rendez-vous, avec seulement 3 voire 4 étages, pénalisant ainsi le résultat final.

Les rendements se situent dans de nombreuses régions aux environs de 35 q/ha en moyenne. Les plus faibles résultats sont obtenus dans le Sud-ouest et en région Provence – Alpes -Côte d'Azur, avec une moyenne inférieure à 25 q/ha. Comme pour les autres cultures, les rendements obtenus en Poitou-Charentes sont assez faibles, avec une moyenne aux environs de 25 q/ha. Les rendements moyens sont compris entre 35 et 40 q/ha en régions Centre, Bourgogne, Ile de France et Champagne. De fortes disparités existent dans la moitié nord du pays (48 q/ha en Haute-Normandie et 33 q/ha dans la région Nord-Pas-de-Calais).

Dans toutes les régions, les rendements sont très hétérogènes, notamment en fonction du type de sol. Comme pour toutes les autres cultures, les parcelles en sols superficiels ont été particulièrement pénalisées, tandis que les parcelles irriguées obtiennent les meilleurs résultats, pouvant parfois atteindre des maxima de 60 à 70 q/ha.



Les rendements en maïs et colza tirent leur épingle du jeu, le blé limite les dégâts, les orges et pois de printemps sont les plus touchés.

Figure 12 : Evolution des rendements des principales cultures depuis 1989 (en Qtx/ha) (source : Agreste Conjoncture Climatologie)

En 2011, les rendements moyens des cultures céréalières en zone vulnérable restent supérieurs à ceux en dehors des zones vulnérables (Figure 13 et Figure 14). Cet écart atteint près de 20% pour le blé tendre d'hiver, 16% pour l'orge d'hiver et plus de 25% pour l'orge de printemps. On observe par ailleurs que pour toutes les cultures céréalières, sauf le maïs grain qui reste stable, les rendements sont plus faibles en 2011 que pour les campagnes enquêtées auparavant.

En ce qui concerne les autres cultures, il n'est pas possible d'observer de différence significative entre les rendements moyens en zones vulnérables et non vulnérables (Figure 14). Dans l'ensemble, à l'exception de la culture du pois, toutes les récoltes ont été meilleures que pour les précédentes campagnes enquêtées.

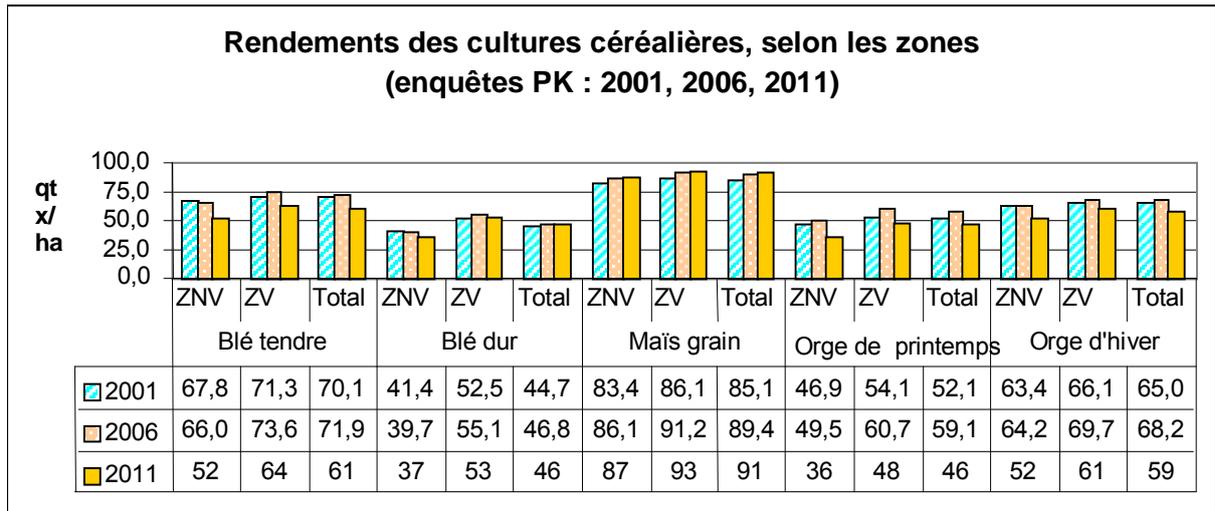


Figure 13 : Rendement moyen des cultures céréalières selon chaque zone

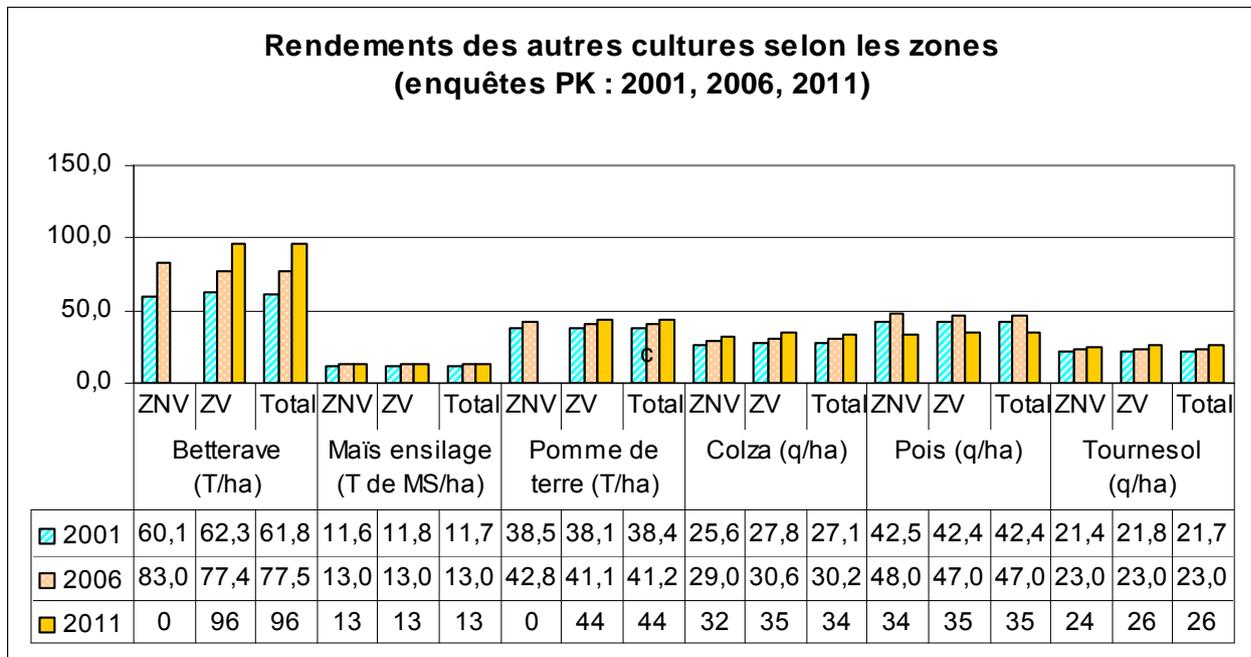


Figure 14 : Rendement moyen des autres cultures selon chaque zone

3.3 Les surfaces recevant de l'azote

Blé, orge, maïs, colza, pomme de terre et betterave bénéficient quasi systématiquement d'une fertilisation azotée (Tableau 16). Seuls le tournesol et la prairie ne sont pas systématiquement fertilisés (la prairie bénéficiant souvent de la présence de légumineuses). Enfin, le pois est peu fertilisé, étant également une légumineuse, il est capable de fixer naturellement le diazote présent dans l'air et ainsi subvenir à ses besoins azotés.

Certaines cultures bénéficiant d'apports organiques sont un peu moins souvent fertilisées par des apports minéraux comme le maïs ensilage, le tournesol ou la prairie. Une part non négligeable des surfaces implantées par ces cultures est même uniquement fertilisée par des apports organiques : 12 % de la surface en maïs ensilage, 15% de celle en prairies temporaires (15%) et 10% de celle en tournesol.

A l'inverse, certaines cultures reçoivent à la fois des apports organiques et minéraux. C'est le cas notamment du maïs ensilage (70% des surfaces), du colza (32%), du maïs grain (29%), des prairies temporaires (23%), ainsi que de la betterave (55%) et de la pomme de terre (34%) qui reçoivent entre autres des effluents agroalimentaires de type vinasse.

Cultures	Part des surfaces recevant un apport minéral ou organique	Part des surfaces fertilisées par de l'azote minéral	Part des surfaces recevant des apports organiques	Part des surfaces recevant à la fois des apports d'azote organiques et minéraux	Part des surfaces ne recevant que des apports d'azote organique
Blé tendre	99%	98%	12%	10%	2%
Blé dur	96%	95%	4%	4%	Ns
Orge d'hiver	99%	99%	13%	13%	0,5%
Orge de printemps	98%	98%	13%	12%	1%
Maïs grain	98%	92%	36%	29%	7%
Maïs ensilage	97%	85%	82%	70%	12%
Colza	100%	99%	33%	32%	1%
Tournesol	86%	76%	16%	7%	10%
Pomme de terre	100%	99%	35%	34%	1%
Betterave	100%	99%	56%	55%	Ns
Prairie temporaire	73%	59%	38%	23%	15%
Prairie permanente intensive	53%	39%	25%	11%	14%

Tableau 16 : Part des surfaces recevant des apports d'azote minéral et /ou organique
Source enquête PK 2011⁸

⁸ Remarque : à la différence de 2006, en 2011, le filtre pour estimer les surfaces fertilisées comprend la totalité des surfaces recevant un apport minéral. Le pois n'apparaît donc pas ici car un grand nombre de parcelles reçoit des apports minéraux sans toutefois recevoir d'azote minéral. A l'inverse très peu de parcelles sur les autres cultures reçoivent des apports minéraux autres que de l'azote sans recevoir d'azote.

3.4 L'azote minéral

Sont présentés successivement :

- les quantités d'azote minéral utilisées en 2011
- les évolutions entre 2005-2006 et 2010-2011 sur tout le territoire (France métropolitaine) ainsi qu'entre ZV et ZNV.

La dose totale

Comparaison de la dose totale d'azote minéral entre ZV et ZNV en 2010-2011

Les doses d'azote minéral en zone vulnérable sont supérieures à celles hors des zones vulnérables pour toutes les cultures (sauf maïs). Les écarts sont marqués pour le blé tendre (+ 19 kg/ha), le blé dur (+ 37 kg/ha) et l'orge d'hiver (+12 kg/ha) alors qu'ils sont très faibles (inférieurs à + 5kgN/ha) pour le colza, le tournesol et l'orge de printemps. En revanche, pour le maïs (grain et fourrage) les doses d'azote minéral apporté sont inférieures en zone vulnérable par rapport aux zones non vulnérables (respectivement - 20 et -29 kg/ha).

Ceci s'explique par la présence de systèmes de cultures (céréales et oléagineux) à plus hauts rendements en zones vulnérables (Figure 13 et Figure 14 sur les rendements) et, comme constaté dans la partie précédente, par la concentration en zone vulnérable de la plupart des surfaces des exploitations d'élevage spécialisées en porcins et volailles et dans une moindre mesure en bovins lait. Ainsi, dans les zones d'élevage du grand Ouest, les apports d'azote organique sont plus fréquents et plus importants sur maïs, d'où une réduction de la dose d'azote minéral. Pour le maïs, cet écart peut donc également s'expliquer par une meilleure prise en compte des apports organiques en zone vulnérable (pour plus de détail voir le point 3.6).

	Doses moyennes d'azote minéral (kg N/ha) en 2011			
	Zone non Vulnérable	Zone Vulnérable	Ensemble	Ecart ZV-ZNV
Betterave	n.s.	105	105	/
Blé dur d'hiver	153	190	176	37
Blé tendre d'hiver	143	161	158	19
Colza	160	165	164	5
Maïs ensilage	94	65	73	-29
Maïs grain	164	144	151	-20
Orge de printemps	118	121	121	3
Orge d'hiver	125	137	134	12
Tournesol	54	54	54	0

Tableau 17 : Doses moyennes d'azote minéral en 2011

Evolution entre 2005-2006 et 2010-2011 : toutes zones

Toutes zones confondues, la comparaison entre les deux campagnes 2005-2006 et 2010-2011 (Tableau 18 et Figure 15) montre, comme lors du bilan de la campagne précédente une tendance à la baisse des doses totales d'azote minéral apportées, en particulier pour l'orge de printemps (-12 %) et le blé tendre (-5%) qui dans le même temps voient leur rendement diminuer. Les doses sont également à la baisse pour le maïs ensilage (-7%) dont les rendements sont stables. Les doses moyennes d'azote minéral sur tournesol, betterave, maïs grain, blé dur et orge d'hiver restent stables mais

les rendements semblent stables ou à la hausse mis à part l'orge d'hiver qui accuse une baisse de rendement de 16%. Il semble donc que la dose totale d'azote minéral appliquée soit adaptée aux rendements attendus sur la culture.

Dose moyenne d'azote minéral en kg/ha	Enquête 1994	Enquête 2000-2001	Enquête 2005-2006	Enquête 2010-2011
Betterave	Non disp.	132	108	105
Blé dur	167	170	175	176
Blé tendre	162	175	165	158
Colza	184	180	165	164
Maïs ensilage	92	82	78	73
Maïs grain	173	165	156	151
Orge de printemps	128	135	135	121
Orge d'hiver	128	135	135	134
Tournesol	54	57	56	54

Tableau 18 : Dose moyenne d'azote minéral sur les principales grandes cultures⁹

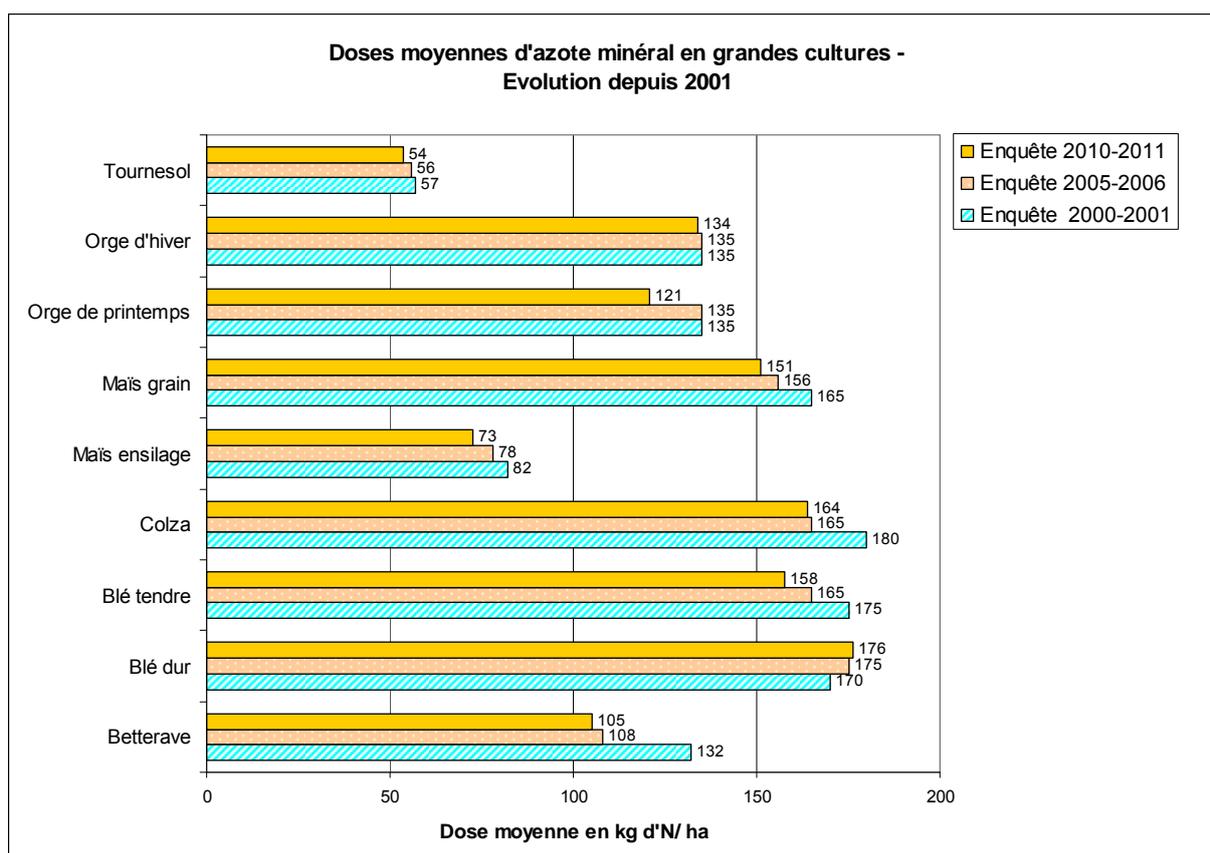


Figure 15 : Evolution des doses moyennes d'azote minéral entre 2001 et 2011

Evolution entre 2005-2006 et 2010-2011 : comparaison ZV et ZNV

⁹ La dose d'azote minéral moyenne en 2011 est calculée à partir des parcelles enquêtées lors de l'enquête PKGC 2011 et ayant fait l'objet d'au moins 1 apport d'engrais azoté minéral.

Les tendances d'évolution sont quasiment les mêmes en zones vulnérables et hors des zones vulnérables (Tableau 19). Pour le blé dur, il existe un biais du fait que les régions de production Centre (situées en ZV) et Sud Est (largement en ZNV) n'ont pas les mêmes objectifs de rendement.

Evolution des doses moyennes d'azote minéral entre 2006 et 2011 (%)	Zone non Vulnérable	Zone Vulnérable	Ensemble
Betterave	n.s. ¹⁰	-3	-3
Blé dur	-6	1	1
Blé tendre	-11	-3	-5
Colza	0	-1	-1
Maïs ensilage	-10	-8	-7
Maïs grain	-2	-4	-3
Orge de printemps	-14	-12	-12
Orge d'hiver	-7	1	-1
Tournesol	-8	-1	-5

Tableau 19 : Evolution des doses moyennes d'azote minéral suivant les zones entre 2006 et 2011

La dose du 1er apport d'azote minéral

Cet indicateur ne concerne que les cultures bénéficiant de fractionnement, c'est-à-dire recevant plus d'un apport minéral azoté, qu'elles reçoivent uniquement des apports minéraux ou qu'elles reçoivent également des apports organiques. La dose correspond à celle appliquée lors du premier apport d'azote minéral.

Différence de la dose du premier apport entre les surfaces avec ou sans apport organique

Que ce soit en 2005-2006 ou en 2010-2011, les différences entre les parcelles recevant ou non des apports organiques ne sont pas significatives, et ce, quelle que soit la culture. (Figure 16, Figure 17, Figure 18, Figure 19).

Evolution entre 2005-2006 et 2010-2011 : toutes zones

La dose du 1er apport d'azote minéral (Figure 16 et Figure 17 comparées à celles des Figure 18 et Figure 19) est en baisse pour le maïs ensilage (parcelles sans apport organique) (-10 kg/ha), l'orge et la betterave. Elle reste stable pour le blé, le colza..

¹⁰ non significatif

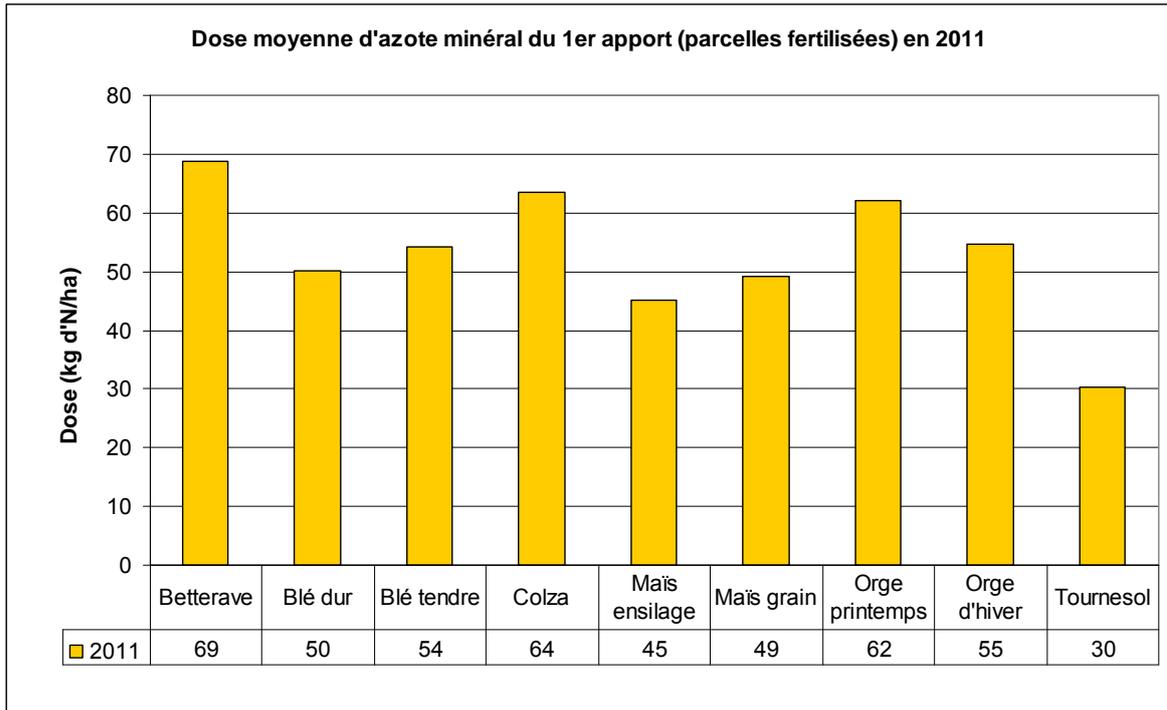


Figure 16 : Dose moyenne d'azote minéral du 1er apport en 2010-2011

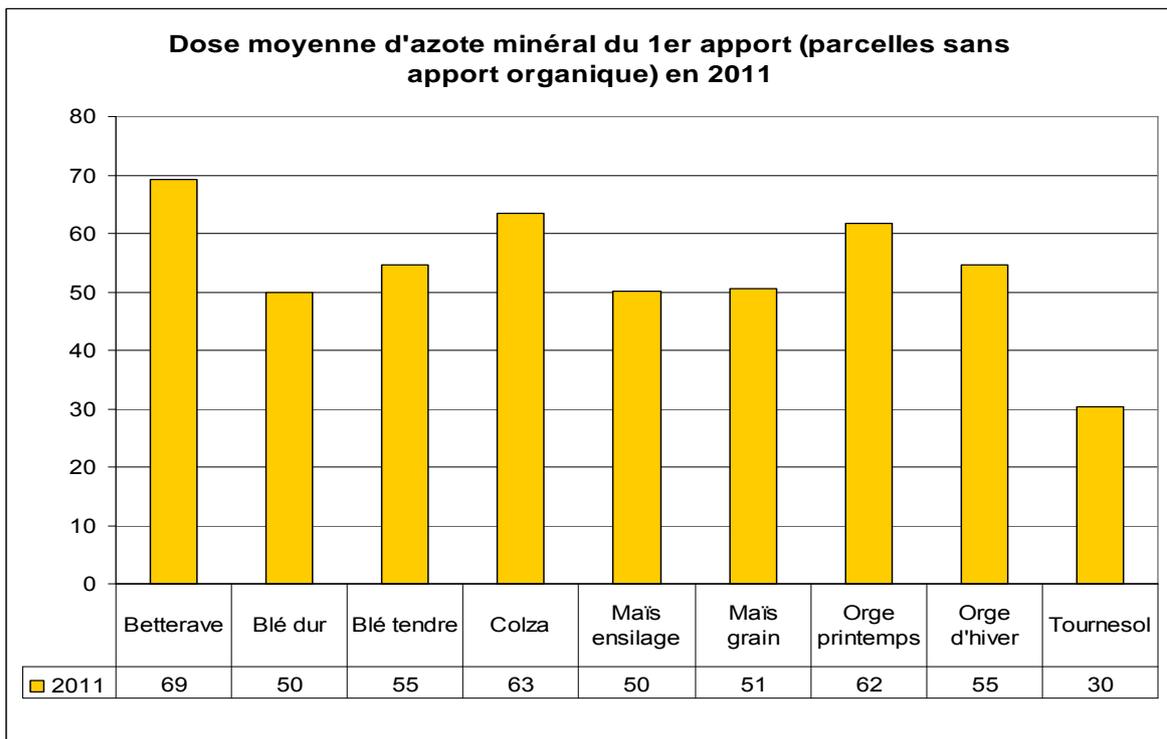


Figure 17 : Dose moyenne d'azote minéral du 1^{er} apport en 2010-2011 (parcelles sans apport organique¹¹)

¹¹ Ne sont sélectionnées ici que les parcelles ayant reçu exclusivement des apports minéraux

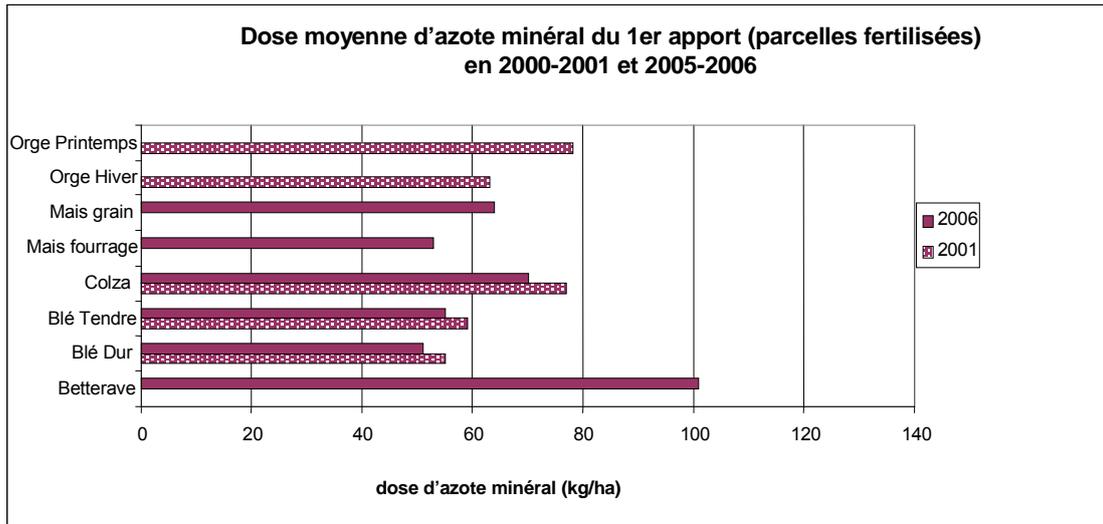


Figure 18 : Dose moyenne d'azote minéral du 1er apport - comparaison 2000-2001 et 2005-2006

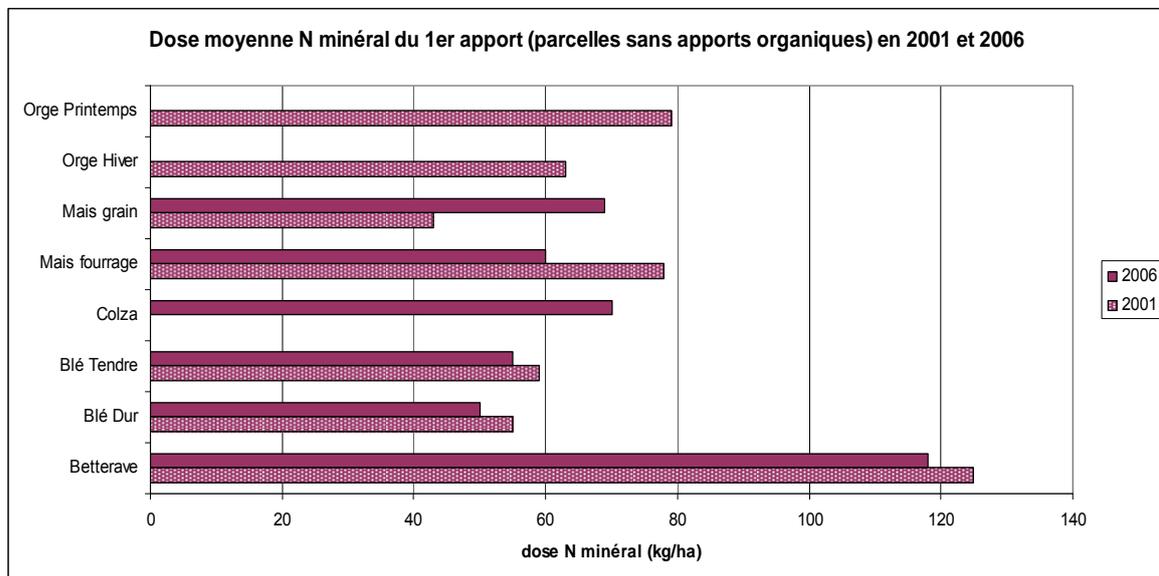


Figure 19 : Dose moyenne d'azote minéral du 1er apport - comparaison 2000-2001 et 2005-2006 (parcelles sans apport organique)

Comparaison entre ZV et ZNV en 2010-2011

Les doses du 1er apport sont plus élevées en zones vulnérables pour l'ensemble des cultures mis à part pour le tournesol. La différence est toutefois plus faible lorsque les parcelles reçoivent un apport organique. Cette tendance est semblable à celle observée en 2006.

Ecart de dose du 1 ^{er} apport d'azote minéral entre ZV et ZNV en kg/ha (dose en ZV – dose en ZNV)			
2011	Toutes parcelles	Parcelles sans apport organique	Parcelles avec apport organique
Betterave			
Blé Dur	14	14	ns ¹²
Blé Tendre	3	4	-3
Colza	4	5	2
Mais ensilage	6	13	5
Mais grain	9	9	10
Tournesol	-2	-2	ns

Tableau 32 : Ecart de dose du 1^{er} apport d'azote minéral entre ZV et ZNV en 2011

Les différences entre parcelles recevant ou non des apports organiques sont plus importantes sur maïs ensilage et blé tendre.

La qualité

Les apports qualité qui visent à l'amélioration qualitative de la culture, concernent le blé panifiable, le blé pour la semoulerie et l'orge brassicole, pour lesquels le prix de vente dépend du taux de protéines du grain. La proportion de surfaces avec des apports qualité est stable par rapport à 2005-2006 pour le blé mais on observe une forte régression des surfaces recevant ce type d'apport sur orge. Les apports qualité recouvrent désormais la même part des surfaces que lors de l'enquête de 2001 pour l'orge, soit un quart des surfaces en orge de printemps et un dixième des surfaces en orge d'hiver. Les deux tiers des surfaces pour le blé dur et un peu plus de 40% pour le blé tendre d'hiver reçoivent de tels apports.

Surfaces recevant des apports qualité (%)	2000-2001	2005-2006	2010-2011
Blé Dur Hiver	49%	66%	66%
Blé Tendre Hiver	46%	43%	42%
Orge Hiver	13%	34%	10%
Orge Printemps	25%	56%	24%

Tableau 33 : Surfaces recevant des apports qualité

Pour le blé, les agriculteurs souhaitant obtenir un niveau de qualité élevé (blé tendre destiné à la panification, blé dur à la semoulerie...) procèdent souvent à un 4^{ème} apport d'azote. Celui-ci conduit à une augmentation moyenne de la dose totale d'azote minéral. L'écart entre les parcelles avec et sans apports qualité atteint près de 28 kg N/ha pour le blé tendre à 32 kg N/ha pour le blé dur en 2011. Le solde du bilan d'azote s'en trouvera artificiellement dégradé (du fait que le même coefficient d'exportation a été utilisé que le blé soit en filière qualité ou non)¹³.

Les apports qualité sur l'orge brassicole sont plus faibles que pour le blé car, sur cette culture, un taux de protéine réduit est recherché. C'est pourquoi les surfaces avec apports qualité sont caractérisées par une dose moyenne d'azote minéral inférieure à celle des surfaces sans apports qualité pour l'orge d'hiver en 2011.

¹² non significatif

¹³ Le solde azoté devrait inclure la teneur en protéine car 0.9 point de protéine pour un rendement de 80q/ha représentent 12 kg de N d'exportation supplémentaire (à mettre en regard avec les 20 kg N supplémentaire).

En comparaison aux enquêtes précédentes (Figure 20), les doses totales d'azote minéral observées en 2011 en présence d'un apport spécifique qualité sont en augmentation pour le blé dur d'hiver et en légère diminution pour le blé tendre ainsi que pour l'orge d'hiver. Toutefois, il convient de noter que la tendance n'est pas la même si on considère l'écart entre dose totale d'azote minéral avec apport spécifique qualité et dose totale d'azote minéral sans apport spécifique qualité : l'écart se réduit pour le blé dur d'hiver du fait d'une augmentation importante de la dose totale d'azote minéral apportée en absence d'apport spécifique qualité, alors qu'il augmente pour le blé tendre d'hiver, du fait d'une diminution de l'apport d'azote minéral en l'absence d'apport spécifique qualité.

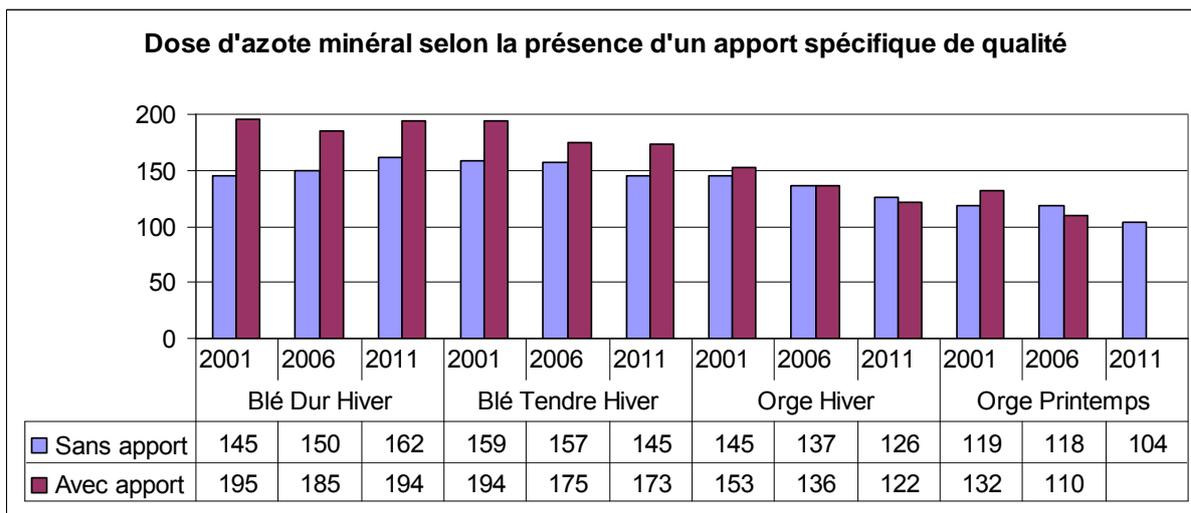


Figure 20 : Dose totale d'azote minéral selon l'apport azoté spécifique de qualité 14

3.5 L'azote organique

L'azote organique provient essentiellement des effluents d'élevage. L'enjeu est une meilleure prise en compte des apports d'azote organique dans le raisonnement de fertilisation de la plante.

Tous effluents organiques

Le maïs ensilage reste en tête des cultures recevant des effluents organiques, viennent ensuite la betterave, puis le maïs grain et la pomme de terre (Figure 21). La betterave et la pomme de terre reçoivent beaucoup d'effluents organiques autres que des effluents d'élevage (24 % de la surface en betterave et 17% de la surface pour la pomme de terre).

Toutes cultures enquêtées confondues, 15% des surfaces reçoivent des apports organiques issus de produits autres que les effluents d'élevage.

Les différences entre zones vulnérables et non vulnérables sont, dans l'ensemble, non significatives.

¹⁴ L'information pour l'orge de printemps n'est pas suffisamment significative pour être diffusée.

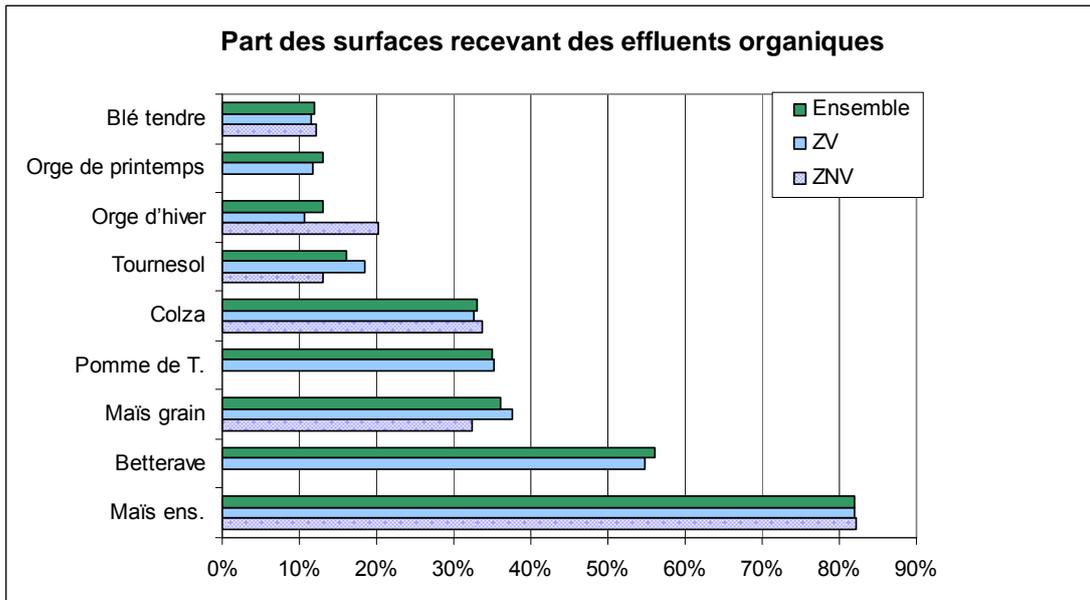


Figure 21 : Surfaces recevant des effluents organiques en 2011

Si le classement des cultures en fonction de la part de surface recevant des effluents organiques varie peu par rapport à l'enquête précédente, on peut observer pour la plupart des cultures, une augmentation ou une stabilité de la part des surfaces recevant des apports organiques entre 2006 et 2011 (Figure 21 et Figure 22). Cette évolution est positive puisqu'elle conduit à diversifier les cultures recevant des effluents organiques et ainsi à limiter les risques de pertes d'azote.

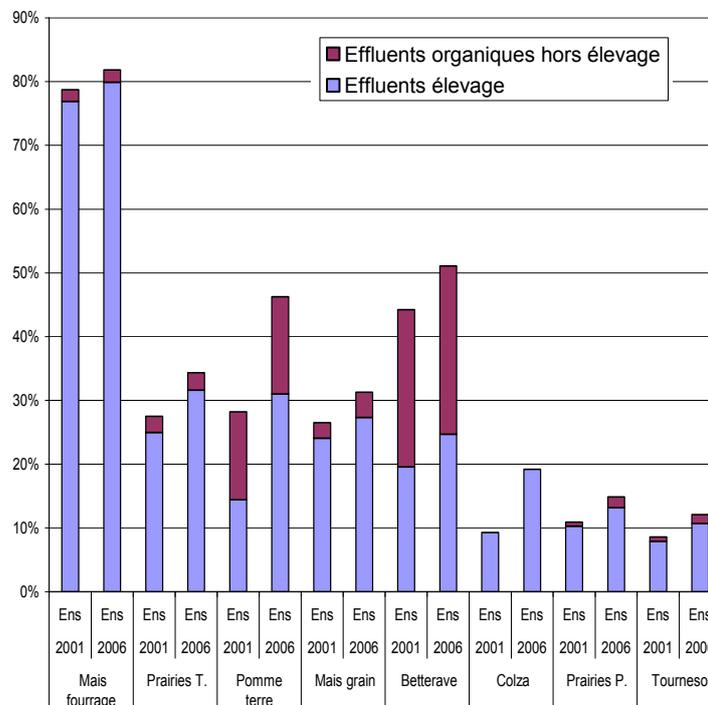


Figure 22 : Surfaces recevant des effluents organiques et évolution de 2001 à 2006

Effluents d'élevage

Les apports d'effluents d'élevage concernent a priori majoritairement les exploitations d'élevage ou de polyculture-élevage. Les effluents d'élevage sont apportés, en termes de surfaces concernées, en priorité sur le maïs fourrage puis sur prairie temporaire et sur prairies permanentes ainsi qu'en dernier lieu sur tournesol. En effet, d'un côté, le maïs valorise bien les apports organiques, de l'autre, les éleveurs évitent les apports d'effluents sur les prairies pâturées pour des raisons sanitaires.

En 2011, près de 80% des surfaces en maïs ensilage reçoivent ainsi des effluents d'élevage, puis viennent les prairies temporaires (34% des surfaces recevant des effluents d'élevage), plus fauchées donc moins pâturées que les prairies permanentes intensives, qui font moins fréquemment l'objet d'épandage de fertilisants (22% des surfaces). Le maïs grain, la betterave, le colza et la pomme de terre valorisent également bien les effluents d'élevage, puisque respectivement 31%, 25%, 23% et 18% des surfaces de ces cultures reçoivent ce type de fertilisants.

Comparaison ZV / ZNV / Toutes zones en 2011

Les apports d'effluents d'origine animale sont comparables quelle que soit la zone, en termes de surface concernée (Figure 23) sauf pour la prairie permanente intensive : la part des surfaces recevant des effluents si l'on considère l'ensemble du territoire est 2 fois supérieure à celle qu'on observe en zone vulnérable.

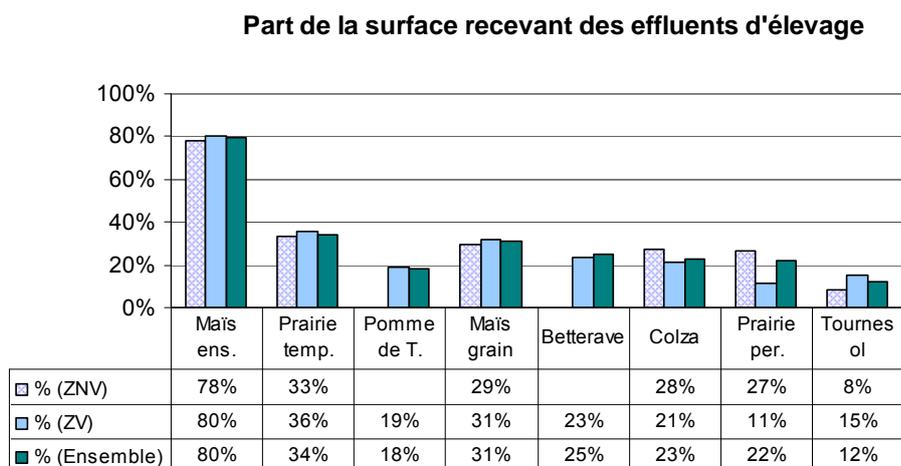


Figure 23 : Surfaces recevant des effluents d'élevage (fumier, fiente ou lisier) en 2011

Evolution des surfaces depuis 2001 et comparaison ZV/ZNV (Figure 24 et Figure 24)

La part des surfaces recevant des effluents d'élevage reste très proche de ce qui a pu être observé lors de l'enquête précédente, aussi bien en ZV qu'en ZNV (sauf pour les prairies permanentes hors zone vulnérable). Aucune donnée n'étant disponible pour la pomme de terre lors des campagnes précédentes, il n'est pas possible d'observer de différence. A noter que pour la betterave et la pomme de terre, les parcelles se trouvent presque intégralement en ZV

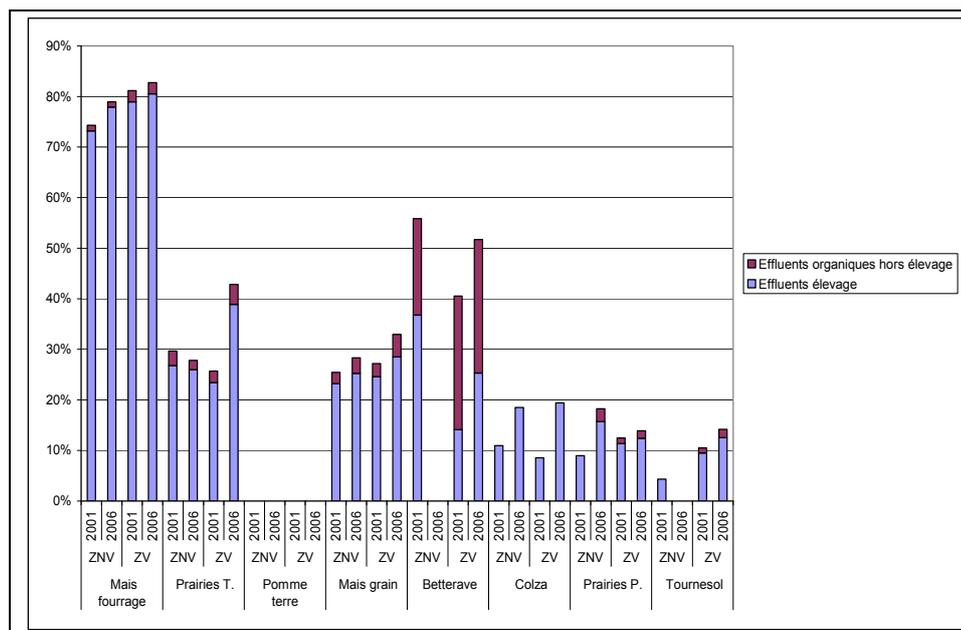


Figure 24 : Part de la surface concernée par des apports organiques (élevage et autres) en 2001 et 2006 en ZV et ZNV

Nature des effluents d'élevage

La plupart des cultures reçoivent principalement des fumiers de bovin (pour plus de la moitié des surfaces en moyenne). Par rapport aux autres cultures, les surfaces en prairies, maïs grain et blé tendre (recevant des effluents d'élevage), présentent une part importante de lisiers (pour un tiers des surfaces environ, et même pour près de la moitié des surfaces en prairie temporaire), celles de colza, de blé tendre et d'orge une part significative de fientes. Le maïs fourrage reçoit presque exclusivement des fumiers de bovin (plus de 80%). (Tableau 20)

Cette répartition reflète en partie les systèmes de culture présents dans les différents systèmes d'exploitation et les pratiques qui y sont liées : apports de lisiers sur prairies en élevage bovin voire porcin, apports de fumiers bovins sur maïs fourrage en élevage bovin, apports de fientes sur en grandes cultures en élevage de volailles.

	Fumier bovin	Autres fumiers	Lisiers	Fientes
Prairie temporaire	46%	7%	47%	0%
Prairie permanente intensive	56%	10%	34%	0%
Blé tendre	50%	8%	30%	13%
Orge	62%	13%	14%	10%
Colza	51%	9%	14%	26%
Maïs fourrage	81%	6%	13%	1%
Maïs grain	52%	16%	28%	4%

Tableau 20 : Part des parcelles recevant des effluents d'élevage selon la nature du produit et par culture en 2011

A noter que chacune des cultures peut faire l'objet de plusieurs apports d'effluents d'élevage (de nature différente) mais ce critère n'est pas considéré ici. N'est retenue que la part de chaque effluent sur le total du nombre de parcelles recevant des effluents

organiques et non la part de la surface épandue avec chaque effluent (il n'y a donc pas de double compte en cas d'apports multiples, seul le premier apport est considéré).

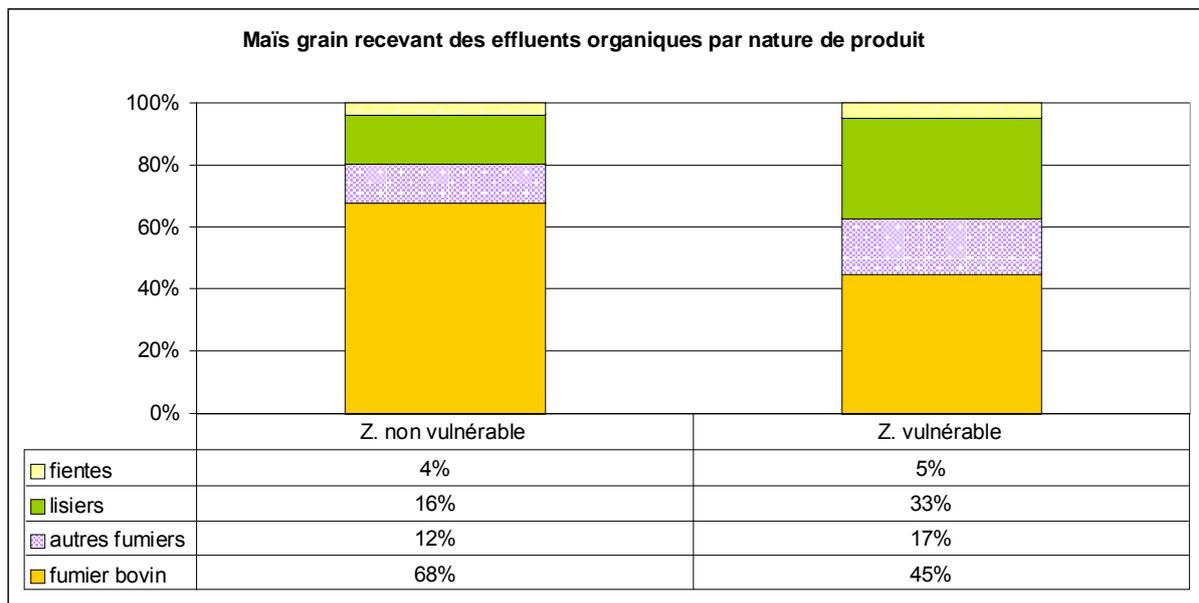


Figure 25 : Part des parcelles en maïs grain recevant des effluents d'élevages par nature de produit en 2011

Sur maïs grain en 2011, la part des parcelles fertilisée par du fumier de bovin semble moins importante en zone vulnérable qu'en dehors. En revanche, le lisier y prend une place importante et peut encore une fois refléter la réalité de l'association entre type de culture et d'élevage sur chaque territoire. Le même constat s'est fait durant les enquêtes précédentes de 2001 et 2006.

Cette répartition s'observe également sur toutes les autres cultures sauf les prairies permanentes pour les raisons sanitaires évoquées précédemment.

3.6 Raisonnement des pratiques de fertilisation

Les outils d'aide à la décision

Le raisonnement de la fertilisation azotée des céréales tend à se développer. Celui-ci passe d'une part par une estimation de la dose prévisionnelle d'azote à apporter, qui peut notamment être réalisée grâce à des logiciels dédiés au calcul prévisionnel de la dose, et d'autre part par l'ajustement de la dose en cours de campagne pour tenir compte des conditions climatiques réelles. Là encore, des outils de pilotage qui peuvent aider à l'ajustement de la dose existent. Les résultats présentés dans cette partie concernent uniquement l'ajustement de la dose en cours de campagne grâce à un outil de pilotage et ne reflètent donc pas l'ensemble des pratiques de raisonnement de la dose mises en œuvre par les agriculteurs.

Les surfaces en céréales ayant fait l'objet d'un ajustement de la dose totale d'azote en 2011 sont présentées ci-dessous (Tableau 21 et Tableau 22). Les proportions des surfaces sur lesquelles un outil de pilotage est utilisé concernent désormais le quart des surfaces en orge de printemps et en blé tendre et plus du tiers pour le blé dur. Une différence sensible existe entre zone vulnérable (ZV) et zone non vulnérable (ZNV) pour l'ensemble des cultures, l'utilisation de ces outils étant davantage développée dans les ZV.

	% surfaces avec outils de pilotage en 2005-2006	% surfaces avec outils de pilotage en 2010-2011
Blé Dur Hiver	9%	36%
Blé Tendre Hiver	11%	25%
Orge Hiver	4%	15%
Orge Printemps	3%	27%

Tableau 21 : Surfaces en céréales bénéficiant d'un ajustement de la dose totale d'azote à l'aide d'un outil de pilotage en 2011

% surfaces avec outils de pilotage en 2010-2011	Zone non-vulnérable	Zone vulnérable	Ensemble
Blé Dur Hiver	29%	39%	36%
Blé Tendre Hiver	19%	25%	25%
Orge Hiver	12%	16%	15%
Orge Printemps	1%	31%	27%

Tableau 22 : Surfaces en céréales bénéficiant d'un ajustement de la dose totale d'azote à l'aide d'un outil de pilotage en 2011

Une analyse par bassin hydrographique du pilotage du blé tendre (Figure 26) montre que l'ajustement de la dose totale d'azote grâce aux outils de pilotage de la fertilisation azotée du blé est davantage pratiqué dans le bassin Loire-Bretagne (31%), ainsi que dans les bassins Rhône Méditerranée Corse (41%) et Seine Normandie (26%) que dans les autres bassins.

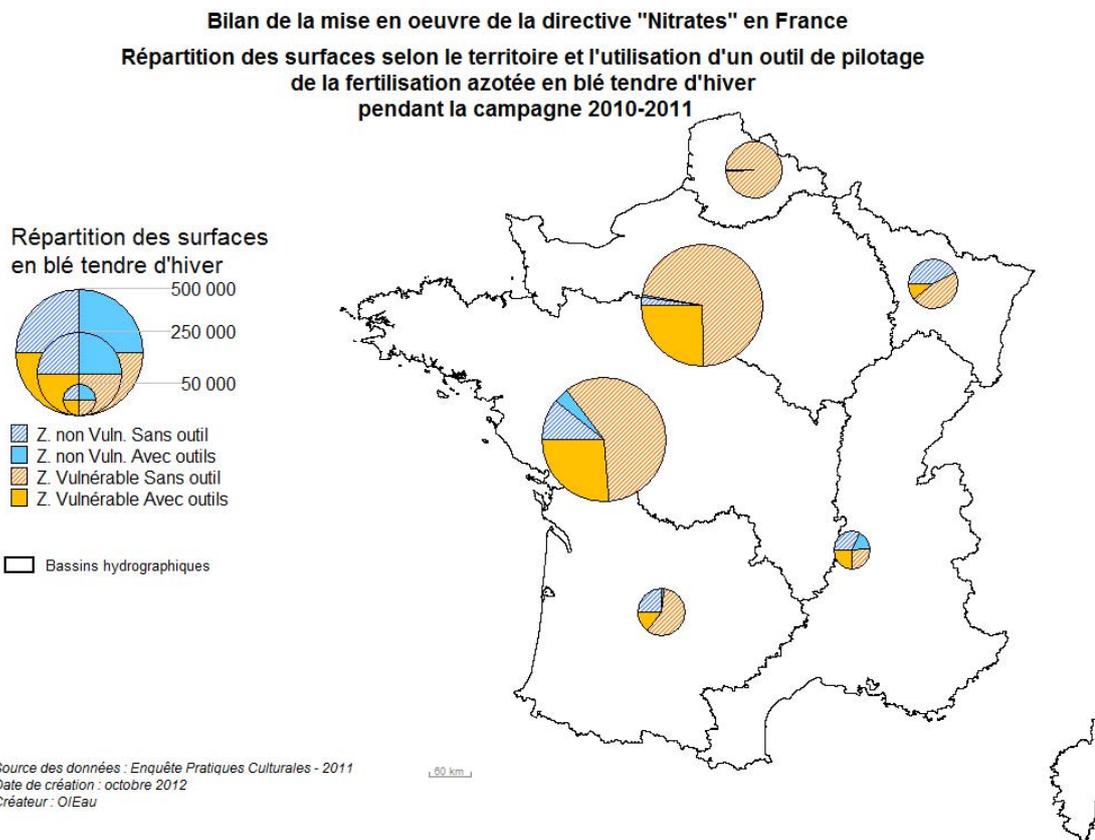


Figure 26 : Outils de pilotage sur blé tendre en 2011

Le fractionnement

Le fractionnement vise à apporter l'azote au plus près des besoins de la plante et réduit par conséquent les risques de perte d'azote.

Evolution entre 2005-2006 et 2010-2011 : toutes zones

Dans l'ensemble, le fractionnement des apports d'azote minéral pour les cultures de printemps hors céréales à paille (Figure 27) est stable sauf pour la pomme de terre qui voit son nombre d'apport moyen diminuer de 20% par rapport à l'enquête précédente. La tendance à la hausse de la pratique du fractionnement qui était observée entre 2001 et 2006 ne semble donc pas se confirmer.

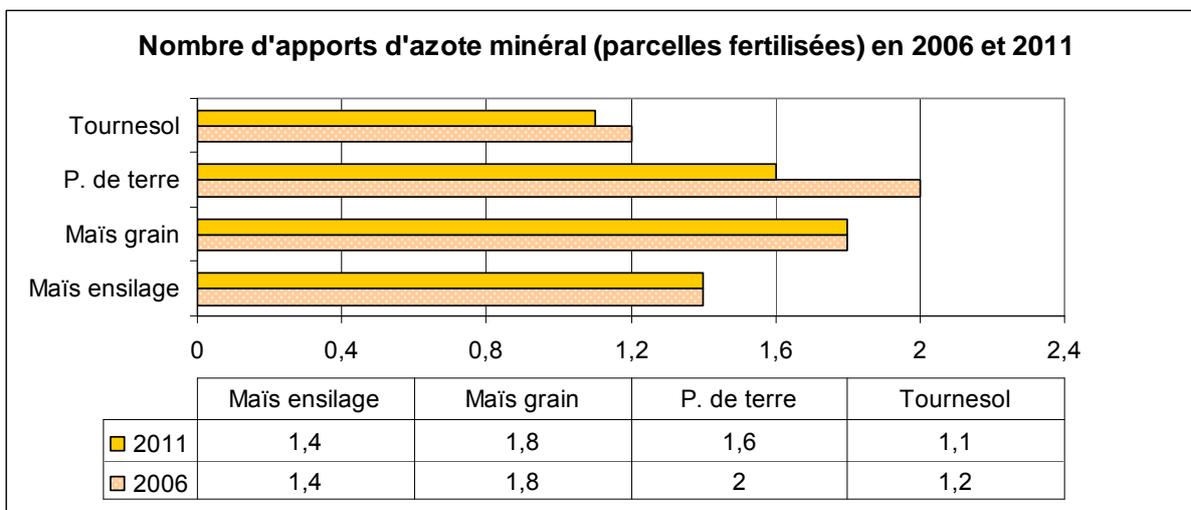


Figure 27 : Nombre d'apports d'azote minéral sur culture de printemps (parcelles recevant au moins un apport d'azote minéral)

De la même façon, les cultures de céréales (printemps et hiver) et de colza ne montrent pas de fortes variations en termes de nombre d'apport moyen d'azote minéral et organique (Figure 28). Ces variations restent minimales et ne peuvent faire l'objet d'une interprétation significative.

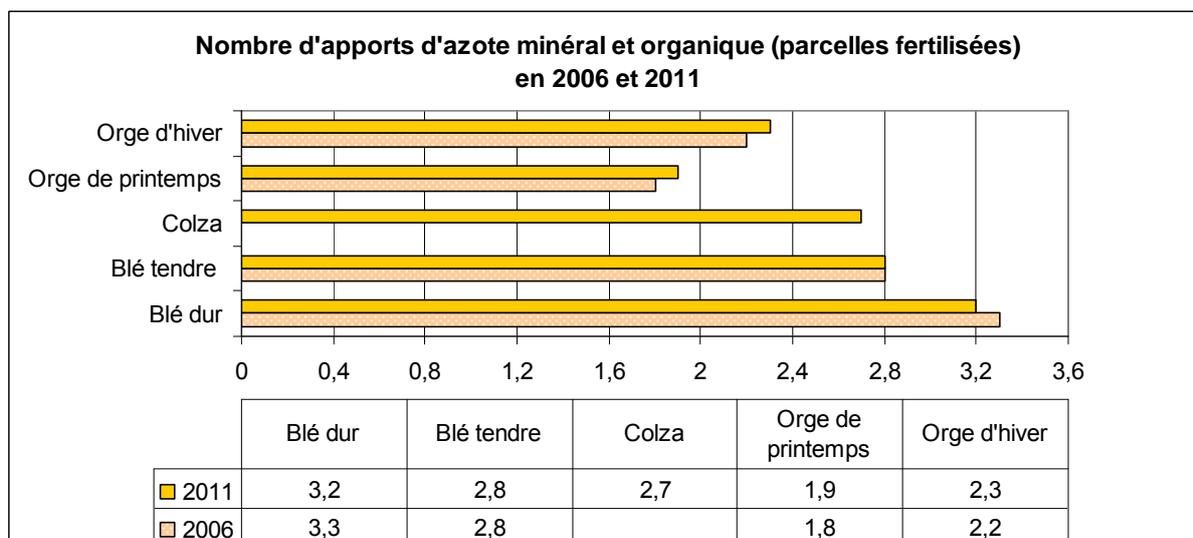


Figure 28 : Nombre d'apports d'azote minéral et organique sur céréales et colza en 2006 et 2011 (parcelles recevant au moins un apport azoté, minéral ou organique)

La répartition des apports d'azote, minéral et organique sur blé tendre d'hiver (Figure 29) montre une diminution de la part des surfaces faisant l'objet de 3 apports au profit de celles recevant la quantité d'azote total en 2 apports. Ce schéma s'observe aussi bien en ZV qu'hors ZV mais est nettement moins marqué en ZV.

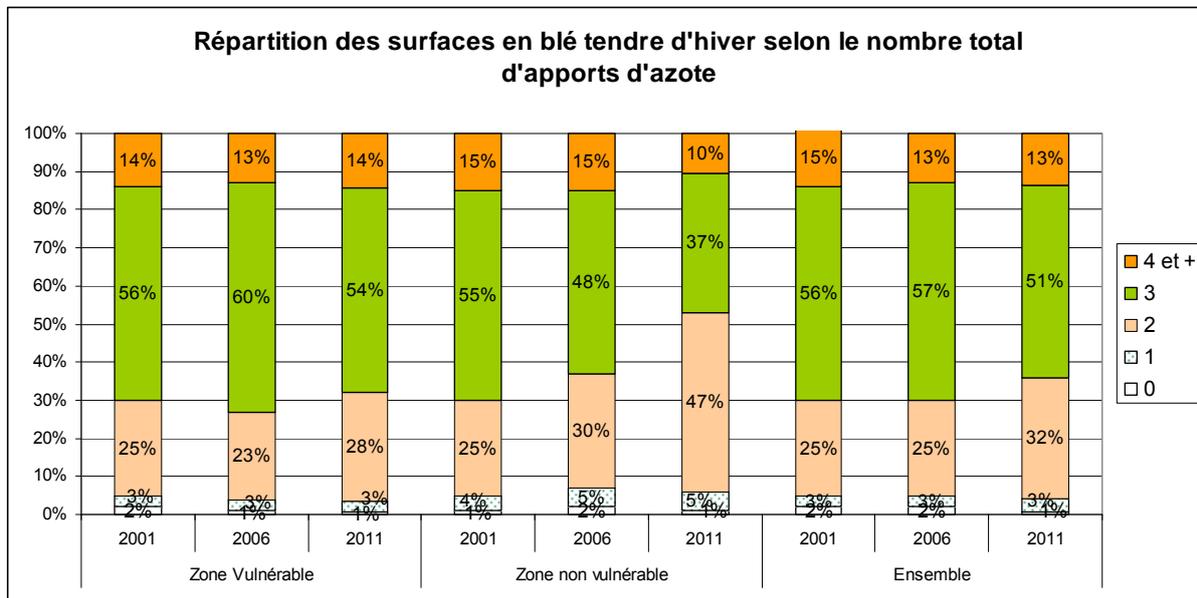


Figure 29 : Fractionnement des apports d'azote minéral et organique sur blé tendre d'hiver lors des 3 dernières enquêtes

Comparaison entre ZV et ZNV en 2010-2011

Le nombre d'apports d'azote (minéral et organique) est supérieur en zone vulnérable pour :

- le blé dur : 3 apports et plus sur 86% de la surface en ZV > ZNV (69%),
- le blé tendre: 3 apports et plus sur 70% de la surface en ZV > ZNV (48%).

Le fractionnement est plus important en zone non vulnérable pour :

- le maïs grain : 2 apports et plus sur 74% de la surface en ZV < ZNV (87%),
- le maïs ensilage : 2 apports et plus sur 78% de la surface en ZV < ZNV (84%).

Le fractionnement ne présente pas de différence sensible entre ZV et ZNV pour :

- l'orge d'hiver : 2 apports et plus sur 94% de la surface en ZV ≈ ZNV (95%),
- l'orge de printemps : 2 ou 3 apports sur 73% de la surface en ZV < ZNV (68%),
- le colza : 3 apports et plus sur 98% de la surface en ZV ≈ ZNV (99%).

Nombre moyen d'apports en 2010-2011	d'azote minéral		d'azote minéral et organique	
	Hors zone vulnérable	Zone Vulnérable	Hors zone vulnérable	Zone Vulnérable
Blé dur	2,9	3,2	2,9	3,3
Blé tendre	2,4	2,7	2,6	2,8
Colza	2,4	2,4	2,8	2,7
Maïs ensilage	1,4	1,3	2,1	2,4
Maïs grain	2	1,8	2,4	1,7
Orge hiver	2,1	2,2	2,3	2,3
Orge printemps	1,9	1,8	n.s. ¹⁵	1,9
P. de terre	n.s.	1,6	n.s.	2
Tournesol	1,2	1,1	n.s.	1,1

Tableau 23 : Nombre moyen d'apports d'azote (« minéral » ou « minéral et organique »)

Le Tableau 23 présente les pratiques de fractionnement en zone vulnérable et non vulnérable via le nombre moyen d'apports. Le nombre moyen d'apports d'azote minéral est un peu plus important en ZV qu'en ZNV pour le blé alors que pour l'ensemble des autres cultures les valeurs restent équivalentes ou légèrement inférieures. Lorsque l'azote minéral est associé à l'azote organique, on observe la même tendance pour le blé et la plupart des autres cultures, sauf pour le maïs grain pour lequel le fractionnement en zone vulnérable est sensiblement inférieur à celui en ZNV.

Si l'on compare les parcelles recevant de l'azote minéral et celles recevant de l'azote organique et minéral, le nombre moyen d'apports est au moins similaire et dans la plupart des cas plus important lorsque les parcelles reçoivent azote minéral et organique. Les plus fortes variations de pratiques apparaissent sur maïs ensilage pour lequel, en moyenne, les parcelles reçoivent leur apport en plus de 2 fois lorsqu'elles reçoivent à la fois de l'azote organique et de l'azote minéral alors que cette valeur ne dépasse pas 1,4 lorsqu'il n'y a que des apports minéraux. La différence est probablement plus marquée pour cette culture du fait de la part importante de surfaces recevant des apports organiques.

Prise en compte des apports organiques dans la dose d'azote minéral appliquée

Evolution des surfaces recevant des apports organiques entre 2006 et 2011

En comparaison à 2006, les surfaces recevant uniquement des apports d'effluents organiques sont toutes stables ou en augmentation à l'exception de la culture de pommes de terre qui passe de 7% en 2006 à 1% en 2011. Les augmentations les plus importantes sont observées sur prairies permanente (14% contre 6% en 2006) et maïs grain (7% contre 3% en 2006). Viennent ensuite les prairies temporaires, le tournesol et le maïs ensilage qui passent respectivement de 9 à 15%, de 7 à 10% et de 10 à 12% entre 2006 et 2011.

Les surfaces recevant à la fois des apports d'origine organique et minérale évoluent peu entre les deux enquêtes mis à part pour la culture de colza (de 18% en 2006 à 32% en 2011) et de betterave qui voit désormais plus de la moitié de sa surface recevoir des apports mixtes.

¹⁵ non significatif

Evolution de la dose totale d'azote entre 2001, 2006 et 2011

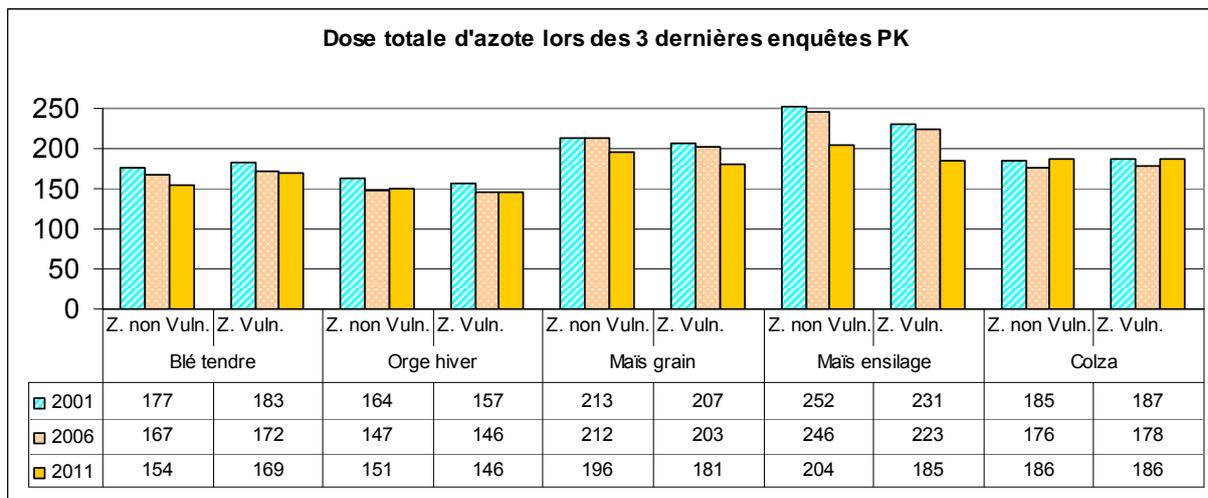


Figure 30 : Evolution depuis 2001 de la dose totale moyenne d'azote en zone vulnérable et hors des zones vulnérables

La Figure 30 permet d'observer les changements intervenus depuis 2001 sur la dose d'azote total appliquée sur chaque culture et les différences entre zone vulnérable et non vulnérable. Les changements importants interviennent sur maïs avec des baisses significatives depuis 2006. Les valeurs restent stables sur blé tendre et orge et semblent à la hausse pour le colza.

Comparaison des surfaces recevant uniquement des apports d'azote minéral et des surfaces recevant à la fois de l'azote minéral et de l'azote organique

Le Tableau 24 compare les doses d'azote minéral avec les doses totales (azote minéral et organique) pour les principales cultures¹⁶. Les principales cultures réceptrices en termes de dose totale sont le maïs et le colza.

Dose moyenne d'azote en kg/ha	2006			2011		
	N minéral (parcelles sans apport organique)	N minéral (parcelles avec apports organiques)	N total	N minéral (parcelles sans apport organique)	N minéral (parcelles avec apports organiques)	N total
Blé tendre	165	125	171	161	128	166
Orge hiver	137	98	146	138	110	147
Maïs grain	177	104	206	168	116	186
Maïs ensilage	97	74	228	93	69	190
Colza	165		178	169	154	186

Tableau 24 : Dose moyenne d'azote minéral (suivant l'apport ou non d'azote organique) et d'azote total en 2006 et 2011

¹⁶ Précautions à adopter vis à vis des données sur l'azote organique compte tenu de la difficulté à estimer les quantités apportées par les effluents d'élevage notamment.

La dose d'azote minéral est systématiquement inférieure sur les parcelles recevant des effluents organiques. L'écart de dose entre les deux types de parcelles atteint en 2006 environ 10 à 20 kg N minéral/ha pour l'orge de printemps, le colza et le maïs fourrage, 30 kg pour le blé tendre, l'orge d'hiver et la betterave et 70 kg pour le maïs grain. En 2011, entre 15 et 20 kg d'N minéral par hectare pour le colza et l'orge de printemps, 24 kg pour le maïs ensilage, environ 30 kilos pour l'orge d'hiver, le blé et la betterave. L'écart reste le plus marqué sur maïs grain avec plus de 50 kg de différence.

La comparaison avec l'enquête de 2006 (Tableau 26) laisse paraître une augmentation relativement marquée des doses d'azote minéral sur les surfaces recevant des apports d'azote organique pour les cultures de blé dur d'hiver et de maïs grain. En revanche pour les autres cultures, les écarts sont moindres et fluctuent entre des valeurs allant de -7 kg/ha pour le blé tendre d'hiver à +6 kg/ha pour l'orge de printemps ou la betterave par exemple (parcelles avec et sans apports organiques confondues).

Dose d'azote minéral (kg/ha) en 2011	Parcelles sans azote organique	Parcelles avec azote organique	Ensemble parcelles
Blé Dur Hiver	178	151	176
Blé Tendre Hiver	161	128	158
Orge Hiver	138	110	134
Orge Printemps	123	106	121
Mais Ensilage	93	69	73
Mais Grain	168	116	151
Betterave	122	95	105
Colza	169	154	164

Tableau 25 : Dose d'azote minéral appliquée suivant le type de parcelle (avec ou sans apport organique) en 2011

Écart de dose d'azote minéral entre 2006 et 2011 (kg N minéral/ ha)	Parcelles sans azote organique	Parcelles avec azote organique	Ensemble parcelles
Blé Dur Hiver	2	21	1
Blé Tendre Hiver	-6	-7	-7
Orge Hiver	-1	2	-1
Orge Printemps	6	6	5
Mais Ensilage	-4	-5	-5
Mais Grain	-9	12	-5
Betterave	-5	6	-3
Colza	1	4	-1

Tableau 26 : Écart de dose d'azote minéral en fonction des apports d'azote organique entre 2006 et 2011

En conclusion, il faut retenir que la prise en compte des apports organiques est importante dans la gestion de la dose d'azote minéral, notamment sur maïs grain. La situation évolue peu depuis 2006.

Prise en compte du précédent culturel dans la fertilisation

Cas du blé tendre

Les précédents du blé sont essentiellement le colza, les maïs et les céréales à paille (répartition des successions culturales stable depuis 2001). Les ZNV sont caractérisées par la présence de plus de colza et de moins de betteraves par rapport aux ZV (Tableau 29 et Tableau 30).

Surface sans apport organique

La dose d'azote minéral la plus élevée est observée derrière betterave (198 kg N minéral/ha contre 161 kg/ha tous précédents confondus) du fait que le reliquat post récolte est très faible après betterave. Elle est également supérieure à la moyenne derrière colza, blé tendre et maïs grain. En revanche, elle est plus faible derrière tournesol et pois (≈ 150 kg N/ha) et maïs fourrage (135 kg N/ha).

La différence entre ZV et ZNV est marquée pour les précédents de colza et maïs grain et surtout pour le blé tendre pour lequel la dose moyenne en ZV dépasse de plus de 35kg d'N/ha celle en zone non vulnérable. Pour les autres précédents, les doses apportées sont comparables en ZV et ZNV.

Toutes zones et tous précédents confondus, la dose d'azote minéral n'évolue quasiment pas depuis 2006. En zone non vulnérable, la différence est plus significative, il est possible d'observer une diminution de 10% depuis 2006.

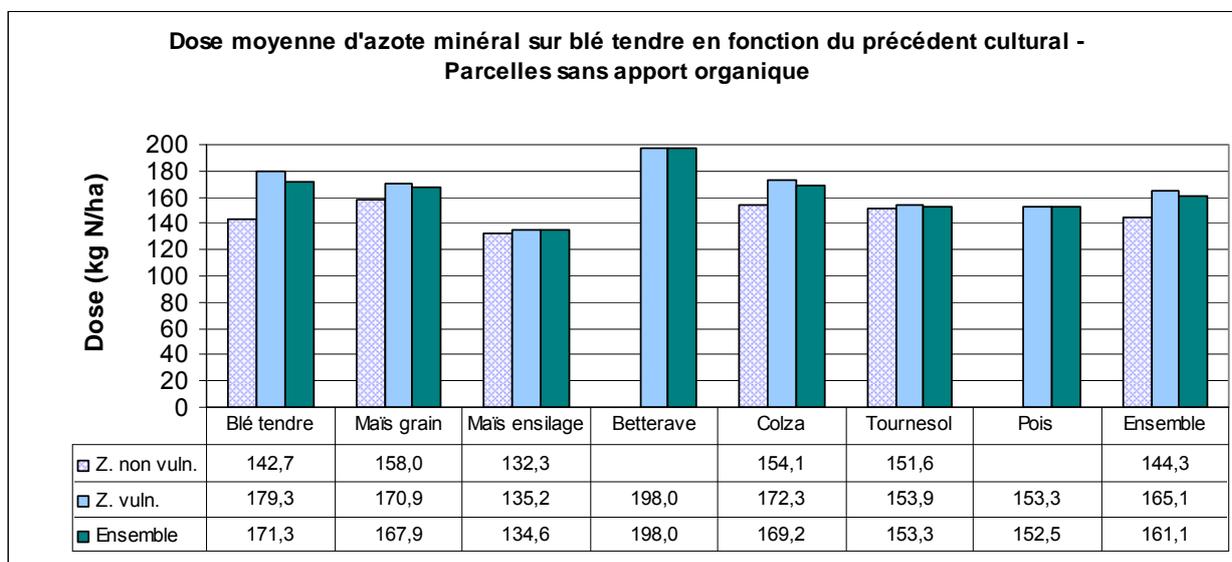


Figure 31 : Dose moyenne d'azote minéral du blé tendre d'hiver en fonction du précédent sur les parcelles fertilisées sans apport organique en 2011¹⁷

¹⁷

Donnée statistiquement non disponibles concernant les précédents « betterave » et « pois » en ZNV (moins de 30 parcelles enquêtées)

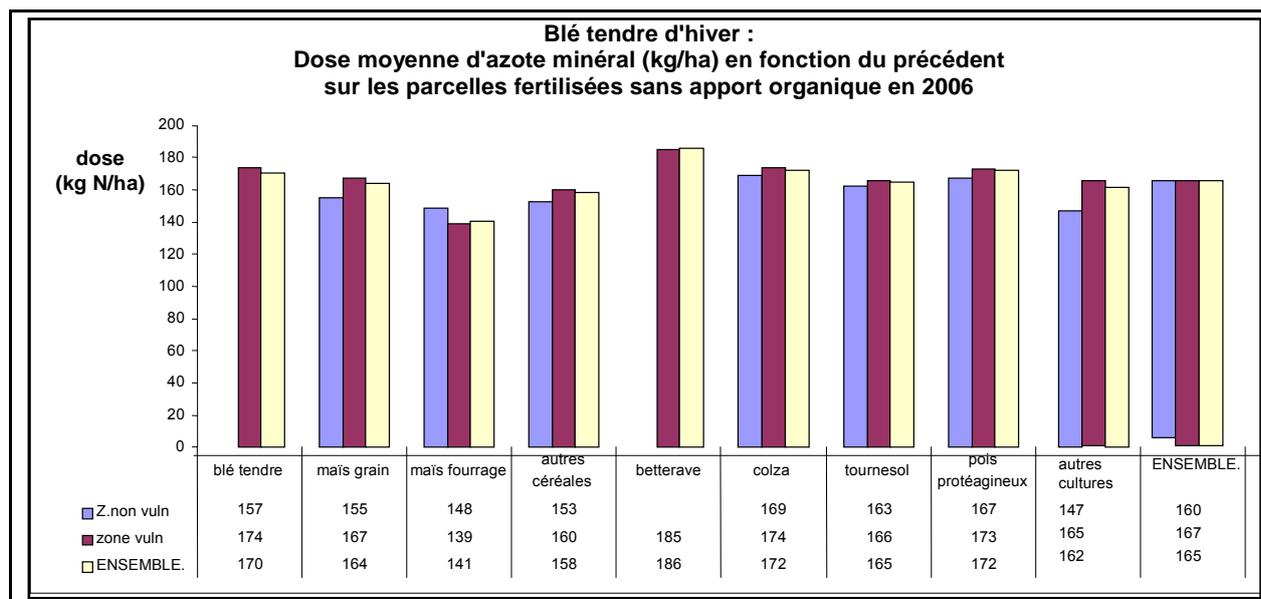


Figure 32 : Dose moyenne d'azote minéral du blé tendre d'hiver en fonction du précédent sur les parcelles fertilisées sans apport organiques en 2006

Surface avec apports organiques

Lorsque les parcelles reçoivent au moins un apport d'azote organique, la baisse de la dose d'azote minéral atteint, tous précédents confondus, 33 kg/ha. Le manque de parcelles enquêtées pour chaque précédent du blé tendre ne permet pas d'avoir davantage d'information à la culture ou par zone.

Il faut souligner la prise en compte de l'azote organique apporté derrière maïs ensilage. En 2011, la différence est d'environ 20 kg/ha en moins par rapport à la moyenne tous précédents recevant des apports organiques et 25 kg/ha par rapport aux parcelles ne recevant pas d'apport organique.

Par contre, en particulier pour les exploitations de grandes cultures, des marges de manœuvres demeurent pour mieux prendre en compte les restitutions d'azote fournies par les résidus de colza (résidus laissés sur place ou suite aux repousses).

Cas du maïs grain

Le maïs grain est implanté en 2011 après un maïs grain dans près de 50% des cas ou une céréale à paille dans 38% (essentiellement du blé tendre).

Surface sans apport organique

La dose d'azote minéral la plus élevée est rencontrée derrière maïs grain (175 kg d'N/ha). Elle est la plus faible derrière prairie (148 kg d'N/ha). Il existe une différence en termes de dose moyenne appliquée entre ZV et ZNV, à l'inverse du blé tendre, les quantités reçues par les surfaces en zone vulnérable sont plus faibles que dans les zones non-vulnérables.

En outre, la dose moyenne diminue de 5% entre 2006 et 2011.

Surface avec apports organiques

De même, les doses d'azote minéral sur parcelles recevant également des apports organiques sont supérieures à la moyenne derrière maïs grain (+30 kg d'N/ha) et inférieures derrière blé (-24 kg d'N/ha).

En moyenne, la dose est inférieure de 50 kg/ha par rapport aux parcelles sans apport organique. L'écart est plus faible derrière maïs grain (-28kg/ha). La prise en compte des apports organiques semble plus importante en zone vulnérable : la dose moyenne d'azote minéral atteint 108 kg d'N/ha en zone vulnérable, contre 133 kg/ha en ZNV soit une différence respective par rapport aux surface ne recevant pas d'azote organique de -54 et -46 kg d'N/ha.

En conclusion, il faut souligner la meilleure prise en compte des apports organiques en zone vulnérable pour la fertilisation du maïs grain. Par contre, la monoculture de maïs grain reste très consommatrice d'azote quelque soit le cas.

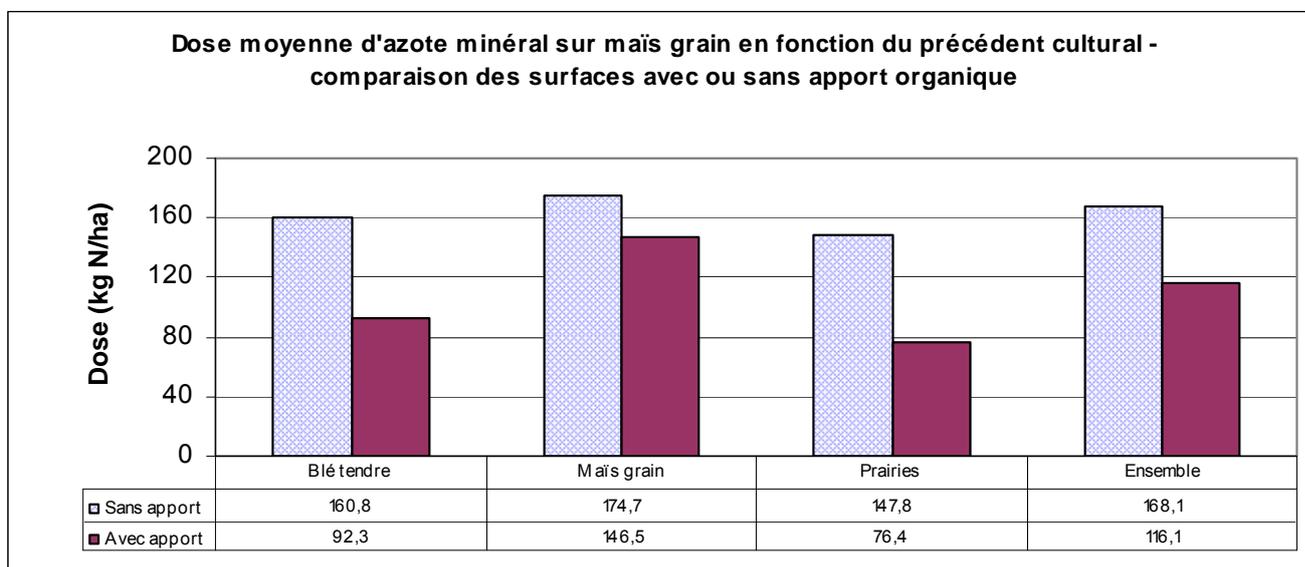


Figure 33 : Dose moyenne d'azote minéral du maïs grain en fonction du précédent sur les parcelles fertilisées avec et sans apport organique en 2011

Cas du maïs ensilage

Les principaux précédents sont les céréales à paille (36%, essentiellement blé tendre) et le maïs ensilage pour 29%. La monoculture de maïs est moins pratiquée en maïs ensilage qu'en maïs grain.

Sur les parcelles sans apports organiques (Figure 34) et aux vues des données disponibles, les doses d'azote minéral sont plus élevées derrière blé tendre et moins élevées derrière prairie.

Avec apports organiques, les doses sont inférieures de 40 kg d'N/ha à celles sans apport organique, avec les mêmes tendances que pour le maïs grain, c'est-à-dire une diminution plus forte de la dose d'azote minéral en zone vulnérable qu'en dehors.

Il est également important de noter qu'en ZNV, les doses sont supérieures de 36% à celles en ZV sur les parcelles sans apports organiques et de presque 50% pour les parcelles recevant des effluents.

**Dose d'azote minéral sur maïs ensilage en fonction du précédent culturel -
Parcelles sans apport organique - 2011**

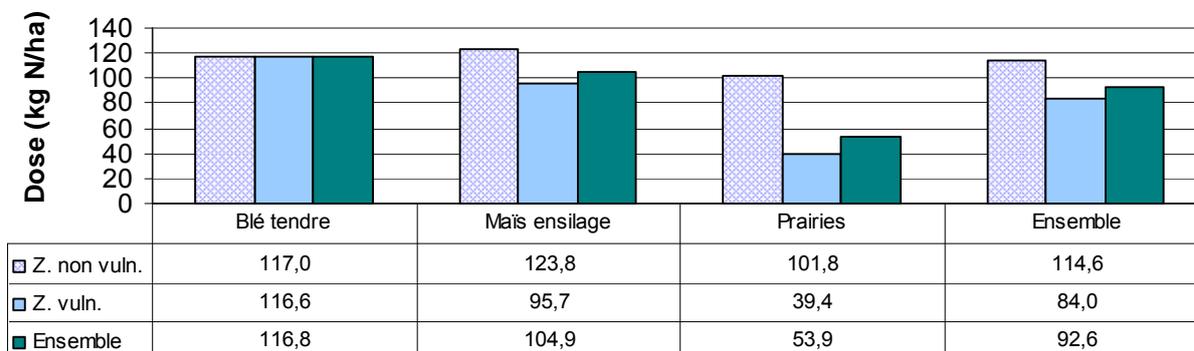


Figure 34 : Dose d'azote minéral du maïs ensilage en fonction du précédent sur les parcelles ne recevant pas d'apport organique – 2011

3.7 Le solde du bilan d'azote par culture

Le solde du bilan d'azote à la parcelle correspond à la différence entre certains flux entrants et sortants, en général les apports d'azote de toute origine et les exportations par les cultures. L'ensemble des flux entrants et sortants n'étant pas estimés, le résultat du solde correspond à la différence de stock du système, moins les flux entrants non calculés, plus les flux sortants non estimés. Ainsi, les soldes constituent le plus souvent des indicateurs du niveau d'excédent d'azote et des risques de pertes vers l'eau, l'air et le sol (stockage), mais ne permettent pas de répartir l'excédent entre ces trois compartiments..

Le solde du bilan d'azote minéral est calculé ici de manière simplifiée. Il est égal à la différence entre les apports d'azote minéral et les exportations par culture (en kg d'azote minéral par quintal produit). Les pailles ne sont prises en compte dans les exportations que pour les cultures de blé, d'orge et de maïs fourrage ; pour toutes les autres cultures, l'exportation est calculée seulement pour les graines.

Les soldes du bilan d'azote minéral de 2011 sont inférieurs à ceux de 2006 pour la plupart des cultures, principalement du fait d'une tendance générale à la baisse des doses d'azote, sauf pour les surfaces en orge et blé tendre qui ont vu leur rendement fortement diminué par rapport à 2006, entraînant donc une augmentation de leur solde azoté.

Les soldes peuvent être négatifs puisque les apports organiques ne sont pas comptabilisés. C'est notamment le cas pour le maïs, principale culture réceptrice des effluents organiques. Par ailleurs, l'écart entre maïs grain et maïs ensilage s'explique en partie du fait que la plante entière est exportée en maïs ensilage (alors que le coefficient d'exportation pour le maïs grain ne tient compte que du grain exporté). Il s'explique également par l'application de doses moyennes d'azote minéral plus élevées en maïs grain, et enfin en partie du fait que le maïs ensilage reçoit plus fréquemment de l'azote organique.

Pour le blé dur, le solde azoté est particulièrement élevé, ce qui est sans doute dû aux doses élevées avec apports qualité (66% des surfaces concernées par ce type d'apport)

La Figure 35 présente le solde du bilan azoté en 2011.

En termes d'évolution et de comparaison entre zone vulnérable et non vulnérable :

- la situation est stable pour le tournesol depuis 2006 et présente un solde proche de zéro.
- le solde sur pommes de terre devient négatif. Cela s'explique en partie par l'augmentation des rendements par rapport à 2006.
- Les valeurs en orge de printemps et orge d'hiver sont en augmentation par rapport à 2006 mais équivalentes aux valeurs de 2001 de part la diminution des rendements (excellent en 2006).
- Le maïs grain passe en moyenne (ensemble du territoire) à un solde négatif en 2011. On observe bien qu'une différence importante apparaît entre les résultats en ZV (entre -10 et -15 kgN/ha) et ZNV (entre + 15 et 20 kgN/ha), qui s'explique par des différences de pratiques et de rendement en ZNV. La dose d'azote minérale est en effet plus forte et dans le même temps, les rendements y sont plus faibles qu'en ZV.
- La tendance à la diminution (depuis 2001) est conservée pour le maïs ensilage (le solde du bilan azoté est désormais inférieur à -100 kg d'azote minéral/ha)
- Enfin, pour les cultures de colza, blé tendre et blé dur, les soldes des bilans en 2011 sont comparables à ceux de 2006 et il n'y a pas de différence significative entre les résultats observés en ZV et en ZNV.
- La betterave qui n'apparaissait pas lors du dernier bilan présente un solde négatif (-40 kg d'N/ha) en partie lié à la non prise en compte des apports organiques.

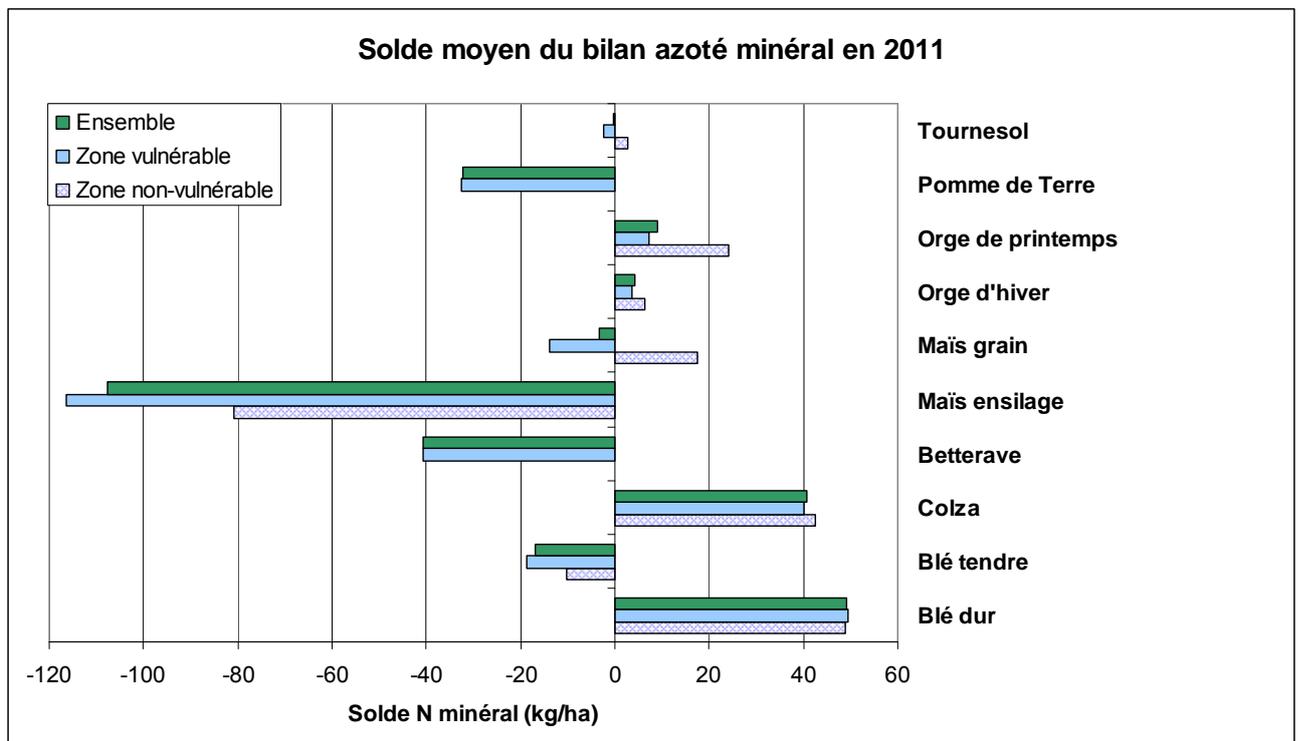


Figure 35 : Solde azoté minéral en 2011 - comparaison entre zone vulnérable et non vulnérable

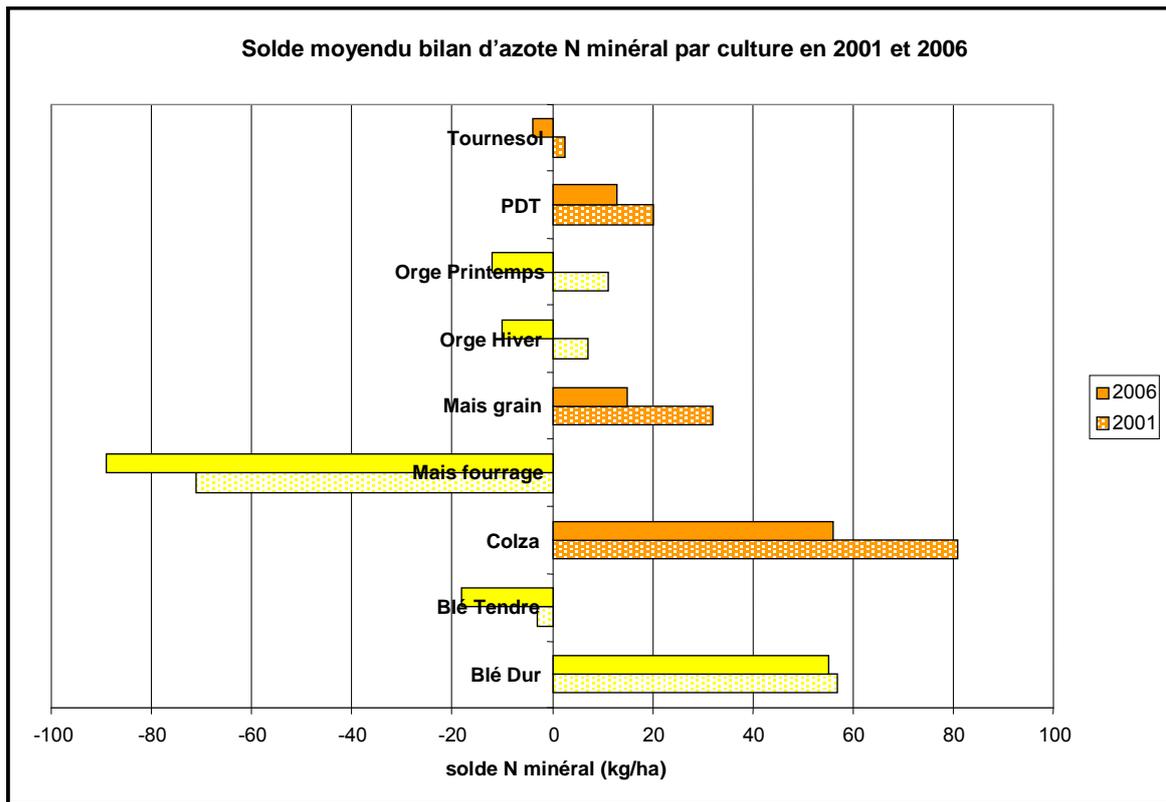


Figure 36 : Solde moyen du bilan d'azote minéral en 2001 et 2006

Influence de l'irrigation sur le solde du bilan d'azote

La pratique de l'irrigation favorise l'atteinte des rendements objectifs fixés par les agriculteurs. Cette réduction de la variabilité inter annuelle des rendements facilite la prévision de la dose d'azote et conduit par conséquent à réduire les risques de perte d'azote. Mais lorsque les volumes d'eau dépassent les réserves du sol, l'irrigation peut augmenter le drainage et donc les risques de pertes d'azote. Ceci est d'autant plus vrai pour les sols à faible réserve utile comme les brousses du Sud Ouest. Enfin, l'irrigation favorise la minéralisation azotée du sol.

Les principales cultures irriguées sont le maïs grain (32% des surfaces enquêtées contre 43% en 2006), la pomme de terre (39% contre 33% en 2006), le maïs ensilage (6% contre 9% en 2006), le tournesol (4% contre 5% en 2006) et la betterave (10% contre 5% en 2006). La surface irriguée baisse donc en maïs grain (-10 points), et en maïs fourrage (-3 points) alors qu'elle reste stable en tournesol. Seules les surfaces irriguées en pomme de terre et betterave semblent augmenter (respectivement +6 et +5 points).

Le nombre moyen d'apports d'azote est plus élevé en présence d'irrigation, pour le maïs ensilage (1,6 contre 1,4 apports sans irrigation) et le maïs grain (2 contre 1,7 apports sans irrigation). Il est probablement lié à la pratique de la fertigation, à savoir l'apport d'azote dans l'eau d'irrigation, qui est comptabilisé dans les apports d'azote. Le nombre d'apport sur les autres cultures n'est pas significativement différent que la parcelle soit irriguée ou non.

En comparaison à 2006, le fractionnement sur les surfaces irriguées diminue alors qu'il reste stable sur les autres parcelles. Ce différentiel existe aussi bien en zone vulnérable qu'en ZNV.

Le solde du bilan d'azote est systématiquement légèrement supérieur pour le maïs grain, la pomme de terre et le tournesol irrigués. Toutefois, il conviendrait de confirmer cette hypothèse sur des résultats de solde complet (prise en compte à la fois des apports minéraux et des apports organiques).

année	Irrigation	Maïs Ensilage	Maïs Grain	Pomme de Terre	Tournesol	Orge de Printemps
2 001	Non	-72		19	-36	
	Oui	-57		23	-29	
2 006	Non	-89	7	8	-4	
	Oui	-85	27	23	-9	
2 011	Non	-107	-13	-41	0	11
	Oui	-114	16	-19	1	-10

Tableau 27 : Solde du bilan d'azote en fonction de la pratique de l'irrigation

3.8 Conclusion

Ce bilan des pratiques de gestion de l'azote en France durant la campagne 2010-2011 montre, dans la continuité des tendances à l'amélioration observées lors du précédent bilan :

- une légère baisse de la dose d'azote minéral appliquée pour les cultures de blé tendre, d'orge de printemps et de maïs ensilage alors qu'elle reste stable pour l'ensemble des autres cultures (tendances observées aussi bien en zones vulnérables qu'en dehors de ces zones) ;
- une tendance à la baisse de la dose d'azote totale entre 2001 et 2011, particulièrement marquée pour le maïs (grain et ensilage) et moindre mais bien réelle pour le blé tendre et l'orge d'hiver. Les doses apportées restent stables pour le colza ;
- une légère augmentation de la part des surfaces recevant des apports d'azote d'origine organique, l'augmentation étant assez marquée pour quelques cultures telles que le maïs grain et pour les prairies permanentes alors qu'au contraire, la part des surfaces en pommes de terre recevant des effluents organiques est en baisse ;
- une pratique du fractionnement qui vise à apporter l'azote au plus près des besoins de la plante, toujours aussi importante qu'en 2006 ;
- une utilisation plus fréquente des outils d'aide au pilotage de la fertilisation azotée du blé tendre permettant d'ajuster en cours de campagne la dose d'azote apportée pour coller au plus près des besoins de la plante ;
- une prise en compte des apports d'azote organique dans le calcul des doses apportées en azote minéral toujours aussi importante qu'en 2006 ;
- une adaptation de la dose d'azote apportée en fonction du précédent cultural ;
- les doses d'azote minéral en zone vulnérable sont proches de celles apportées hors zone vulnérable pour la plupart des cultures sauf pour le blé (tendre et dur), l'orge d'hiver, et le maïs. Ainsi les doses d'azote minéral apportées sur blé et orge de printemps en ZV sont supérieures à celles apportées sur ces cultures en ZNV, mais les rendements moyens obtenus en ZV pour ces cultures sont eux aussi largement supérieurs à ceux obtenus en ZNV (il en résulte que les soldes d'azote minéral sur ces cultures en ZV sont semblables voire même inférieurs à ceux obtenus en ZNV). A l'inverse, les doses d'azote minéral apportées en ZV sur maïs grain et fourrage sont largement inférieures à celles apportées en ZNV.

Enfin, le bilan du solde d'azote minéral présenté ci-dessus devrait permettre d'établir une image de la situation telle qu'elle était à la fin de la campagne 2011 afin de la comparer à la campagne précédente. Cependant, comme ce solde dépend étroitement du rendement obtenu, la comparaison de deux années ponctuelles n'est pas suffisante pour rendre compte d'une évolution des pratiques des agriculteurs ; l'utilisation d'une moyenne triennale glissante, sous réserve de pouvoir en disposer, serait plus intéressante et permettrait davantage de comparaison avec les données des bilans antérieurs mais ces données ne sont disponibles que tous les cinq ans (durée moyenne entre deux enquêtes pratiques culturales).

4. La gestion de l'interculture

Une gestion adaptée de l'interculture, période qui se situe entre la récolte d'une culture principale et le semis de la suivante, peut permettre de limiter les risques de fuites de nitrates via le phénomène de lixiviation (transfert des ions nitrates vers les aquifères), aussi appelé « lessivage » par abus de langage. Cette période correspond en effet, en climat tempéré, à une période où le sol peut se retrouver sans culture (sol nu) alors même que, du fait des précipitations, les risques de lixiviation sont particulièrement élevés.

La gestion de l'interculture consiste soit à gérer les résidus de récolte, soit à couvrir les sols par des repousses, une culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN) ou une culture dérobée. La mise en place de ces modes de gestion est largement dépendante de la durée de l'interculture, c'est à dire la période entre la récolte d'une culture et le semis de la culture suivante. Elle se retrouve donc directement liée à la rotation mise en place sur la parcelle enquêtée.

Les résultats des enquêtes pratiques culturales¹⁸ réalisées par le Ministère de l'agriculture donnent des informations sur les modes de gestion de l'interculture avant l'implantation de la culture enquêtée soit respectivement, à l'automne 2000 (enquête 2000-2001), à l'automne 2005 (enquête 2005-2006) et à l'automne 2010 (enquête 2010-2011).

Les principaux modes de gestion examinés en particulier sont : les repousses de la culture précédente et l'implantation d'une culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN), qu'il s'agisse d'espèce légumineuse ou non-légumineuse (graminée, crucifère). La comparaison avec les surfaces non concernées par ces modes de gestion permettra de caractériser l'évolution des pratiques depuis l'enquête de 2001 et ainsi mesurer l'efficacité des quatrièmes programmes d'actions à mi parcours de leur mise en œuvre : les quatrièmes programmes concernant la période 2009-2013, à l'automne 2010, la deuxième année de mise en œuvre commençait tout juste. Il convient de rappeler pour l'analyse des résultats que l'obligation de couverture des sols introduite dans les quatrièmes programmes d'actions est progressive, l'objectif étant de généraliser la couverture des sols à l'automne sur l'ensemble des zones vulnérables en 2012. Il est donc normal que l'ensemble des surfaces ne soient pas couvertes à l'automne 2010.

Cultures	Surface totale en 2011 (en ha)	Part de la surface en zone non vulnérable (%)	Part de la surface en zone vulnérable (%)
Blé tendre d'hiver	4 234 036	19%	81%
Blé dur d'hiver	334 596	40%	60%
Orge d'hiver	900 324	25%	75%
Orge de printemps	431 592	10%	90%
Maïs ensilage	1 009 695	24%	76%
Maïs grain	1 401 324	33%	67%
Betterave	351 803	3%	97%
Tournesol	657 805	38%	62%
Colza	1 414 639	18%	82%
Pomme de terre	141 831	5%	95%
Pois	159 399	13%	87%
Prairies temporaires	3 152 137	52%	48%
Prairies permanentes	4 581 065	71%	29%

¹⁸ pour la méthodologie de l'enquête voir paragraphe 3.1

Tableau 28 : Surface en grandes cultures en France (source : enquête PK2011)

4.1 La durée de l'interculture

4.1.1 Les intercultures courtes (avant cultures d'automne)

Les cultures précédant les trois principales cultures d'automne

L'examen des précédents des cultures d'automne permet d'identifier les situations où la gestion de l'interculture passe en général par des repousses de la culture précédente, l'implantation d'une culture intermédiaire étant délicate et peu efficace compte tenu de la durée réduite de l'interculture. Le Tableau 29 récapitule les cultures précédant une culture d'automne toutes zones confondues. On constate que 25% des blés tendres sont implantés après un colza. La quasi-totalité des orges d'hiver et des colzas sont implantés après un blé ou une orge.

Culture précédant la culture d'automne	Culture d'automne	Blé tendre	Orge d'hiver	Colza
Blé et autres céréales		16%	80%	51%
Orge		3%	5%	45%
Colza		25%	n.s.	n.s.
Maïs (grain ou fourrage)		27%	5%	n.s.
Betterave		4%	n.s.	n.s.
Tournesol		7%	n.s.	n.s.
Pois		3%	n.s.	n.s.
Prairie		3%	2%	n.s.
Autres		12%	4%	2%
Surface totale de la culture (ha)		4234036	900324	1414639
Part en ZV		81%	75%	82%
Part en ZNV		19%	25%	18%

Tableau 29 : Répartition des précédents pour les cultures d'automne exprimée en part de la surface totale par culture (%) - France entière (Source : enquête PK 2010-2011)¹⁹

4.1.2 Les intercultures longues avant cultures de printemps

Les cultures précédant les principales cultures de printemps

De la même manière que pour les cultures d'automne, l'examen des précédents des cultures de printemps permet d'identifier les situations où la mise en place, cette fois-ci, d'une culture intermédiaire (piège à nitrates ou « engrais vert ») se révèle possible, l'implantation dépendant de la date de récolte de la culture précédente et de la date de semis de la culture de printemps. Le Tableau 30 récapitule les cultures précédant une culture de printemps toutes zones confondues lors de l'enquête « pratiques culturales 2011 » (enquêtes PKGC 2011). Pour la betterave, le tournesol, le pois et l'orge de printemps, les précédents culturels sont principalement représentés par les céréales (blé et orge). Pour le maïs (grain ou ensilage), le principal précédent est le maïs lui-même, avec cependant 30% en moyenne des surfaces implantées après un blé.

¹⁹ Remarque : la différence pour atteindre les 100% sur orge d'hiver et colza se répartie sur les valeurs non significatives (n.s.)

Culture précédente \ Culture de printemps	Betterave	Tournesol	Pois	Orge de printemps	Maïs ensilage	Maïs grain
Blé et autres céréales	75	68	72	58	29	32
Orge escourgeon	22	13	19	12	7	6
Maïs grain	n.s.	8	3	6	1	49
Maïs fourrage	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	29	1
Tournesol	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	2
Prairie	n.s.	3	n.s.	n.s.	24	3
Autres ²⁰	5	6	5	20	9	7
Surface totale de la culture (ha)	351803	657805	1281778	431592	1009695	1401324
Part en ZV	97 %	62%	89%	90%	76%	67%
Part en ZNV	3%	38%	11%	10%	24%	33%

Tableau 30 : Répartition des précédents pour les cultures de printemps exprimée en part de la surface totale par culture (%) - France entière (source : enquête PK 2010-2011)

D'une manière générale, il est possible d'observer le même schéma que lors des enquêtes précédentes (2005-2006). Avant betterave, orge de printemps, pois ou tournesol, la quasi-totalité des cultures précédentes assurent une interculture longue de plusieurs mois, débutant en juillet - août après la moisson, permettant ainsi l'implantation d'une culture intermédiaire.

Par contre, pour le maïs grain, plus de la moitié des surfaces reste en maïs. La récolte tardive de cette culture retarde l'implantation d'une CIPAN et limite son efficacité. Les études montrent en effet que l'efficacité des CIPAN va dépendre de la durée d'implantation, de la période à laquelle elle est mise en place (pas trop tardive pour assurer un développement rapide en début de cycle) mais également de l'espèce implantée. Le même constat est fait en ce qui concerne le maïs fourrage qui présente pour près d'un tiers des surfaces un précédent maïs dont la quasi-totalité en maïs fourrage. Cela a pour conséquence une implantation tardive de la CIPAN à moins que cette dernière ne soit semée sous couvert.

4.2 Les modalités de gestion des résidus de maïs grain

Les résidus de cultures représentent concrètement les éléments de la culture précédente qui ont été coupés mais qui n'ont pas finalité à être valorisés directement sur l'exploitation (pour l'alimentation du bétail par exemple) et restent donc sur la parcelle. Ce sont principalement les pailles ou les cannes de maïs (pour le maïs grain). Le rôle de ces résidus dans la gestion de l'azote excédentaire n'est pas direct comme pour les autres moyens de protection des sols. Il fait davantage appel à des phénomènes physiques en jouant sur l'immobilisation nette ou la restructuration du sol.

Bien qu'ils ne puissent pas totalement être considérés comme une couverture de sol au même titre qu'une culture intermédiaire, ces résidus peuvent avoir un rôle à jouer dans la limitation des pertes de nitrates vers la ressource en eau.

L'efficacité des deux phénomènes cités précédemment va dépendre du type de résidu concerné. Ainsi, les pailles de céréales (pauvres en azote) mais aussi de maïs ou de

²⁰ La catégorie « autres » regroupe l'ensemble des précédents culturels non significatifs non cités dans le tableau. Dans le cas de l'orge de printemps, les précédents sont très variés ce qui explique pourquoi cette valeur est si importante.

tournesol seront plus adaptées pour limiter la lixiviation lorsqu'on les compare aux résidus dits « verts » de betteraves par exemple (rapport C/N faible).

Aujourd'hui, du fait de la durée de l'interculture limitée derrière un maïs grain, l'implantation de CIPAN reste difficile et marginale, c'est pourquoi le broyage fin et l'enfouissement superficiel des cannes de maïs sont préconisés en vue de limiter les fuites de nitrates vers la ressource en eau. Cette pratique est tolérée dans les quatrièmes programmes d'actions bien que la mise en place de culture intermédiaire soit à favoriser, quitte à ce qu'elle soit réalisée sous couvert afin de lui permettre un développement suffisamment précoce pour se révéler efficace.

Gestion des résidus en monoculture de maïs grain	Zone Vulnérable	Zone non Vulnérable	Ensemble
Laissés sur place et broyés	60%	70%	64%
Laissés sur place et non broyés	8%	17%	11%
Laissés sur place, broyés et enfouis superficiellement	28%	11%	22%
Laissés sur place, non broyés et enfouis superficiellement	3%	2%	3%

Tableau 31 : gestion des résidus de maïs grain en tant que précédent en monoculture (source : Enquêtes PK2011)

Le Tableau 31 montre que la technique visant à limiter les fuites de nitrates tolérée dans les 4^{èmes} programmes d'actions (broyage et enfouissement) était encore très peu employée en 2010 (au maximum dans un peu plus d'un cas sur quatre en zone vulnérable pour le maïs grain). Le broyage simple semblait être favorisé sur maïs grain.

4.3 Les repousses de colza et de céréales

4.3.1 Avant cultures d'automne

Les modalités de gestion des repousses avant blé tendre d'hiver sont présentées dans les tableaux suivants. Le Tableau 32 détaille la gestion des repousses de colza ; le Tableau 29 a montré qu'en 2010-2011 25 % des semis en blé tendre d'hiver sont implantés après un colza (20% en 2005-2006, 25% en 2000-2001). Le Tableau 33 traite des repousses après céréales ; le Tableau 29 a montré qu'en 2010-2011 19 % des surfaces en blé tendre d'hiver suivent une céréale (20% en 2005-2006, 19% en 2000-2001).

La gestion des repousses avant implantation du blé tendre d'hiver ne montre pas de différences significatives selon le classement ou non en zone vulnérable. Les différences apparaissent selon le précédent. Après colza, près de 60% des surfaces en blé sont précédées de repousses de colza. Par contre, quand le blé tendre d'hiver est implanté après céréale, moins de 20% des surfaces sont précédées de repousses. Le faible développement des repousses après céréales s'observe également avant orge d'hiver : 80% de la surface en orge d'hiver était précédée par une culture de céréales (Tableau 29) et seulement 24% de cette surface est précédée de repousses (Tableau 34).

Si l'on compare les résultats de l'enquête 2005-2006 à ceux de 2010-2011, il est possible d'observer une grande stabilité en terme de part dans les ZNV bien que les surfaces totales évoluent du fait de l'augmentation des surfaces en succession céréales – blé au dépens des successions colza - blé sur ces zones. A l'inverse, en zone

vulnérable, on assiste à une réduction importante des surfaces en monoculture de blé au profit des surfaces de blé après colza.

Repousses de colza			
Blé après colza et repousses de colza	Enquête 2000-2001	Enquête 20005-2006	Enquête 2010-2011
Zone vulnérable	49% 330 000 ha	45% 331 000 ha	59% 521 000 ha
Zone non vulnérable	49% 190 000 ha	59% 178 000 ha	59% 110 000 ha
Ensemble	49% 520 000 ha	49% 509 000 ha	59% 631 000 ha

Tableau 32 : Repousses de colza avant blé tendre (surface et % de surface de blé après colza avec repousses de colza)

Repousses de céréales			
Blé tendre après céréales et repousses de céréales	Enquête 2000-2001	Enquête 2005-2006	Enquête 2010-2011
Zone vulnérable	26% 140 000 ha	29% 198 000 ha	13% 23 000 ha
Zone non vulnérable	24% 60 000 ha	20% 50 000 ha	19% 130 000 ha
Ensemble	26% 200 000 ha	26% 248 000 ha	18% 153 000 ha

Tableau 33 : Repousses de céréales avant blé tendre (surface et % de surface de blé après céréales avec repousses de céréales)

Pour le blé dur d'hiver implanté après céréales, les repousses sont conservées dans 37% des cas en moyenne, après colza, cette proportion passe à 65%. Sur culture d'orge, les repousses de céréales sont observées sur un quart de la surface totale. L'orge étant très rarement implanté après colza, les données ne sont donc pas disponibles.

Pour les cultures d'automne dans leur globalité, les surfaces avec repousses sont en légère augmentation par rapport à la dernière campagne (Tableau 34) mais les superficies, notamment en blé tendre, marquent une nette progression en zone vulnérable. Cela s'explique entre autre par l'augmentation des superficies en cultures d'automne en France (7 500 000 en 2005 et 7 800 000 en 2011).

On observe aussi (Figure 37) que la majorité des surfaces en repousses sont présentes en zones vulnérables (81,5% pour les cultures d'automne).

Les repousses de colza sont, dans les quatrièmes programmes d'action, les seules repousses obligatoires.

Surfaces avec repousses avant	Blé dur	Blé tendre	Orge
Enquête 2000-2001	13 20%	571 20%	124 25%
Enquête 2005-2006	26 19%	653 18%	155 23%
Enquête 2010-2011	50 25%	761 22%	159 24%

Tableau 34 : Surfaces avec repousses en milliers d'ha et part de la surface totale de la culture (%) en zone vulnérable pour les cultures d'automne

Evolution des surfaces implantées avec repousses pour les cultures d'automne

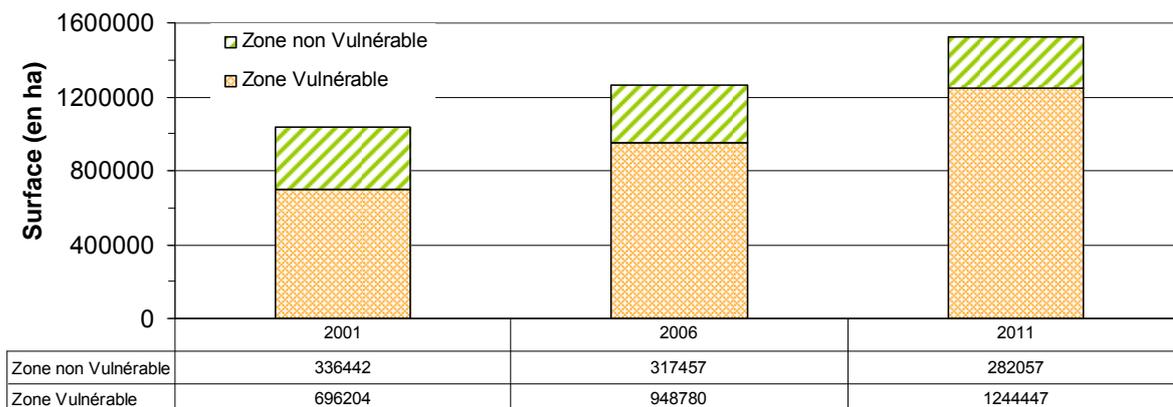


Figure 37 : Surfaces implantées en cultures d'automne avec repousse du précédent : toutes cultures d'automne confondues.

4.3.2 Avant cultures de printemps (maïs)

Le Tableau 35 détaille la gestion des repousses de céréales avant maïs grain : le Tableau 30 indique que 32% des semis en maïs grain sont réalisés après un précédent cultural blé ou autre céréale à paille. Le Tableau 36 traite des repousses de céréales avant maïs fourrage ; le Tableau 30 indique que 29 % des surfaces en maïs fourrage suivent une céréale.

Les Tableaux 35 et 36 montrent qu'environ 25% des surfaces en maïs précédées d'une céréale à paille bénéficient de repousses de céréales.

La gestion des repousses avant implantation de maïs ne montre pas de différence significative selon le classement ou non en zone vulnérable.

Repousses de céréales			
Maïs grain et repousses de céréales	Enquête 2000-2001	Enquête 2005-2006	Enquête 2010-2011
Zone vulnérable	11% (117 000 ha)	13% (114 000 ha)	24% (100 000 ha)
Zone non vulnérable	8% (52 000 ha)	9% (45 000 ha)	25% (34 000 ha)
Ensemble	10% (169 000 ha)	12% (159 000 ha)	24% (134 000 ha)

Tableau 35 : Repousses de céréales avant maïs grain

Repousses de céréales			
Maïs ensilage et repousses de céréales	Enquête 2000-2001	Enquête 2005-2006	Enquête 2010-2011
Zone vulnérable	15% (132 000 ha)	11% (109 000 ha)	25% (75 000 ha)
Zone non vulnérable	15% (75 000 ha)	17% (50 000 ha)	31% (32 000 ha)
Ensemble	15% (207 000 ha)	13% (159 000 ha)	26% (107 000 ha)

Tableau 36 : Repousses de céréales avant maïs ensilage

Par rapport à la dernière enquête, on observe une augmentation des parts de la surface concernée par des repousses (cette part a doublé pour les cultures de maïs). Elle est en fait principalement liée à une diminution des surfaces implantées en culture de printemps : les surfaces concernées par les repousses diminuent, mais bien moins vite

que les surfaces implantées en culture de printemps, et on observe donc des parts croissantes de surfaces avant culture de printemps concernées par les repousses.

La repousse du précédent cultural avant culture de printemps n'est pas une pratique majoritaire et elle est de moins en moins utilisée depuis l'enquête de 2001 (Tableau 37). Ainsi, si la superficie en repousses avant culture de printemps lors de l'enquête PK2011 semble rester supérieure à celle de l'enquête de 2001 dans la Figure 38, c'est uniquement dû à l'absence de données pour la betterave, la pomme de terre et le tournesol lors de cette première enquête (cultures intégrées à partir de 2006 dans le champ de l'enquête) (Tableau 37). La part de ces surfaces situées en zone vulnérable varie peu (Figure 38).

La diminution de superficie ne s'applique pas seulement aux surfaces avec repousses mais aussi à l'ensemble de la superficie en culture de printemps (Figure 38).

Surfaces avec repousses avant...	Betterave	Mais Fourrage	Mais Grain	Orge Printemps	Pomme de Terre	Tournesol
Enquête 2000-2001		132 15%	117 11%	122 30%		
Enquête 2005-2006	59 19%	109 11%	114 13%	113 31%	11 16%	117 37%
Enquête 2010-2011	45 13%	83 11%	110 12%	71 18%	25 19%	99 24%

Tableau 37 : Surfaces avec repousses en milliers d'ha et part de la surface totale de la culture (%) en zone vulnérable pour les cultures de printemps

Evolution des surfaces implantées avec repousses pour les cultures de printemps

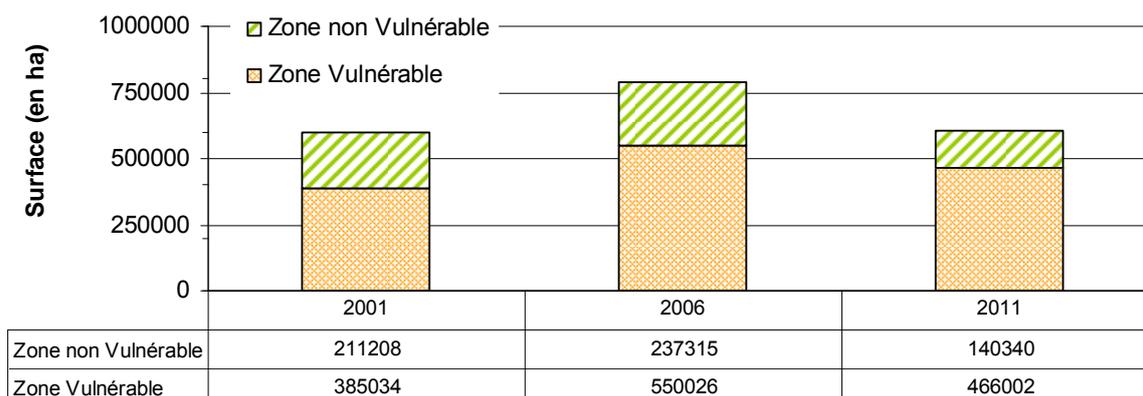


Figure 38 : répartition entre ZV et ZNV des surfaces implantées avec repousses avant cultures de printemps

4.4 Les surfaces couvertes à l'automne par une culture intermédiaire piège à nitrates avant cultures de printemps

4.4.1 Cas du maïs

Les surfaces avec une CIPAN avant maïs sont présentées dans le Tableau 38. Si le recours à une CIPAN est relativement faible, on observe toutefois une augmentation des surfaces entre les deux dernières enquêtes, plus particulièrement pour le maïs grain qui voit la part de sa surface couverte par une CIPAN augmenter de près de 50%. Elle est également plus de 4 fois supérieure à la surface observée lors de l'enquête de 2001. Même si la progression s'est faite à la fois en zone vulnérable et en dehors, elle reste toutefois nettement plus rapide dans les zones où les mesures du programme d'action sont obligatoires.

Recours à une CIPAN avant maïs	Enquête 2000-2001		Enquête 2005-2006		Enquête 2010-2011	
	Maïs grain	Maïs ensilage	Maïs grain	Maïs ensilage	Maïs grain	Maïs ensilage
Zone vulnérable	61 6%	53 6%	137 16%	270 28%	260 28%	239 31%
Zone non vulnérable	5 1%	22 5%	25 5%	33 11%	26 6%	21 9%
Ensemble	65 4%	75 5%	162 12%	303 24%	285 20%	261 26%

Tableau 38 : Surface présentant une CIPAN en automne avant maïs (en milliers d'ha)

Si les surfaces couvertes par une CIPAN avant maïs occupaient au niveau du territoire métropolitain (toutes zones confondues) environ 92 000 ha en 1994, 140 000 ha en 2001, 465 000 ha en 2006, la superficie concernée en 2011 était de 808 000 ha dont plus de la moitié se trouvait en Loire-Bretagne (413 000 ha). Sur l'intégralité des surfaces avant maïs couvertes par des CIPAN, 90% sont situées en zone vulnérable (95% en Loire-Bretagne).

4.4.2 Cas de la betterave

76% de la superficie en betterave (Tableau 39) est implantée après une CIPAN en zone vulnérable.

A noter que la quasi-totalité des surfaces en betterave se trouve en zone vulnérable (97%). La gestion de l'interculture toutes zones confondues est présentée en Figure 45. Étant donné la part importante de cette culture en ZV, la carte représente logiquement peu ou prou, par bassin hydrographique, la même répartition que le tableau ci-dessous.

Recours à une CIPAN avant betterave	Enquête 2000-2001	Enquête 2005-2006	Enquête 2010-2011
Zone vulnérable	20% (53 000 ha)	50% (154 000 ha)	76% (261 000 ha)

Tableau 39 : Culture intermédiaire pièges à nitrates avant betterave en zone vulnérable en hectare et part de la surface totale de la culture.

4.4.3 Cas du tournesol

La présence d'une CIPAN avant tournesol reste rare puisqu'elle concerne un peu moins de 15% de la superficie de la culture (toutes zones confondues) ; elle est cependant en très nette progression depuis 2006 où seulement 1% de la culture était concerné.

4.4.4 Les surfaces en CIPAN

Tout territoire confondu, la surface en cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) avant cultures de printemps a été multipliée par six depuis 2001 (247 000 ha) pour arriver aujourd'hui à une surface supérieure au million d'hectares. La majeure partie est distribuée équitablement entre les trois cultures suivantes : betterave, maïs fourrage et maïs grain.

La betterave n'est pas prédominante en termes de surface totale pour les cultures de printemps (Tableau 28) mais elle concentre pourtant près du quart des CIPAN situées en zone vulnérable (Tableau 40). De même, les cultures de pois protéagineux et de pommes de terre voient respectivement 49% et 61% de leur surface précédées par une CIPAN.

Les résultats de l'enquête « pratiques culturales » 2011 montrent que 93% des surfaces en CIPAN sont situées en zone vulnérable. Elles sont également en augmentation hors zone vulnérable (+ 10 000 ha). Les CIPAN sont quasiment uniquement implantées avant une culture de printemps, précisément dans 95% des cas (seulement 63000 ha de CIPAN sont implantés avant une culture d'automne).

Recours à une CIPAN avant ...	une culture de printemps	betterave	maïs fourrage	maïs grain	tournesol	pois	orge de printemps	pomme de terre
Enquête 2000-2001	192 6%	53 20%	61 6%	53 6%	4 1%	7 4%	14 3%	11 18%
Enquête 2005-2006	650 22%	154 50%	271 28%	137 16%	13 4%	26 21%	50 14%	28 37%
Enquête 2010-2011	1129 36%	261 76%	239 31%	260 28%	82 20%	56 49%	146 38%	83 61%

Tableau 40 : Recours à une CIPAN avant les principales cultures de printemps (surface en milliers d'ha et % de la surface totale de la culture) en zone vulnérable.

La gestion technique de la culture intermédiaire piège à nitrates

La répartition des espèces de CIPAN implantées par territoire est présentée dans le Tableau 41. Les céréales utilisées en tant qu'engrais vert sont favorisées hors zones vulnérables alors qu'une part plus importante de crucifères est semée en zone vulnérable. Les mélanges sont davantage employés en ZNV (12% contre 7% en ZV).

	Céréales	Crucifères	Légumineuses	Graminées	Phacélie	Mélange légumineuses avec graminées/phacélie/crucifères	Autres mélanges	Autres
ZNV	25%	56%	5%	1%	0%	8%	4%	1%
ZV	19%	61%	2%	5%	3%	5%	2%	2%
Total	20%	60%	2%	4%	3%	5%	3%	2%

Tableau 41 : Répartition des espèces de CIPAN implantées en 2011 en zone vulnérable et hors des zones vulnérables

La date de semis des cultures intermédiaires pièges à nitrates va surtout dépendre de la culture qui précède. En 2011, en moyenne, les CIPAN ont toutes été semées entre le 15 août et le 30 septembre. Les semis les plus tardifs sont faits après maïs ensilage. (Tableau 42)

Date moyenne d'intervention sur la CIPAN	Betterave	Maïs ensilage	Maïs grain	Orge	Pomme de terre	Tournesol
Semis (du - au)	01/09 - 15/09	15/09 - 30/09	01/09 - 15/09	15/08 - 31/08	01/09 - 15/09	15/08 - 31/08
Destruction (du - au)	15/12 - 31/12	01/03 - 15/03	15/02 - 29/02	15/12 - 31/12	15/12 - 31/12	15/01 - 31/01

Tableau 42 : Date de semis et de destruction des CIPAN avant cultures de printemps.

La période de destruction est plus étalée dans le temps. Elle s'étend de la mi-décembre à la mi-mars en moyenne. La date de destruction est fonction de la culture de printemps implantée en 2011. Les destructions les plus précoces interviennent avant betterave, orge de printemps et pomme de terre (avant le 31/12). Les CIPAN restent le plus longtemps en place avant maïs grain et ensilage.

Les différences dans les dates de semis entre zone vulnérable et zone non vulnérable sont non significatives. Pour la date de destruction, il est possible d'observer un changement suivant le territoire notamment pour les cultures de pois protéagineux et maïs grain (destruction retardée d'un mois en zone non-vulnérable).

Nature des apports azotés sur les cultures intermédiaires piège nitrates (CIPAN) :

La répartition des apports organiques sur les parcelles faisant l'objet d'au moins un apport organique et présentant une culture intermédiaire piège à nitrate à l'automne avant culture de printemps est présentée dans le Tableau 43

		Betterave	Maïs Ensilage	Maïs Grain	Orge de printemps	Pomme de Terre	Pois	Tournesol
Effluents d'élevage	ZNV	ns ²¹	98%	Ns	ns	ns	ns	ns
	ZV	44%	99%	79%	27%	52%	30%	79%
	Total	45%	99%	78%	29%	53%	32%	74%
Autres effluents organiques	ZNV	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
	ZV	56%	1%	21%	73%	48%	70%	21%
	Total	55%	1%	22%	71%	47%	68%	26%

Tableau 43 : Répartition par type d'effluent organique sur les parcelles ayant une CIPAN durant la période automnale

²¹ non significatif

4.5 Bilan de l'évolution des surfaces en CIPAN et repousses depuis 2001

La Figure 39 permet d'observer l'évolution globale et comparer les pratiques entre cultures d'hiver et cultures de printemps depuis 2001 ainsi que leur répartition entre zone vulnérable ou non. En zone vulnérable, il y a un fort accroissement des repousses avant cultures d'hiver et des CIPAN avant cultures de printemps. Les repousses diminuent avant cultures de printemps. On observe des tendances similaires en dehors des zones vulnérables mais les surfaces couvertes restent largement inférieures à ce qu'on peut observer en zone vulnérable.

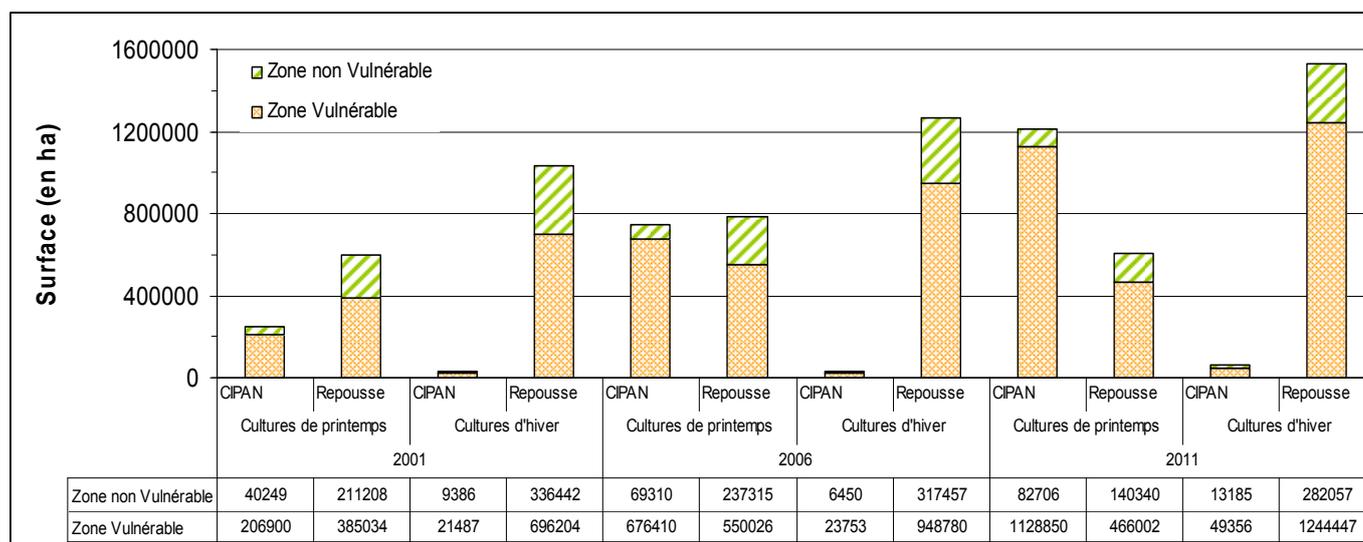


Figure 39 : Evolution des surfaces implantées avec couvert végétal (CIPAN ou avec des repousses)

La Figure 40 s'attache à présenter les différences de mode de gestion de l'interculture pour chaque culture de printemps en 2011. Elle compare la situation en zone vulnérable et hors zone vulnérable. Les pratiques ne diffèrent pas sur betterave, pommes de terre et pois car la quasi-totalité de leur surface se trouve en zone vulnérable. Sur maïs grain et tournesol, il existe une différence de presque 10% de sols nus²² en moins en zone vulnérable, cette différence est moins importante sur maïs ensilage et tend même à s'inverser sur les cultures d'orge de printemps.

La répartition entre CIPAN et repousses de la culture précédente montre une légère supériorité des surfaces pour les pièges à nitrates (66% pour le maïs grain et 69% pour les cultures destinées à la production d'ensilage de maïs).

²² Un sol nu signifie absence de couvert implanté ou absence de repousses : il y a seulement éventuellement gestion des repousses.

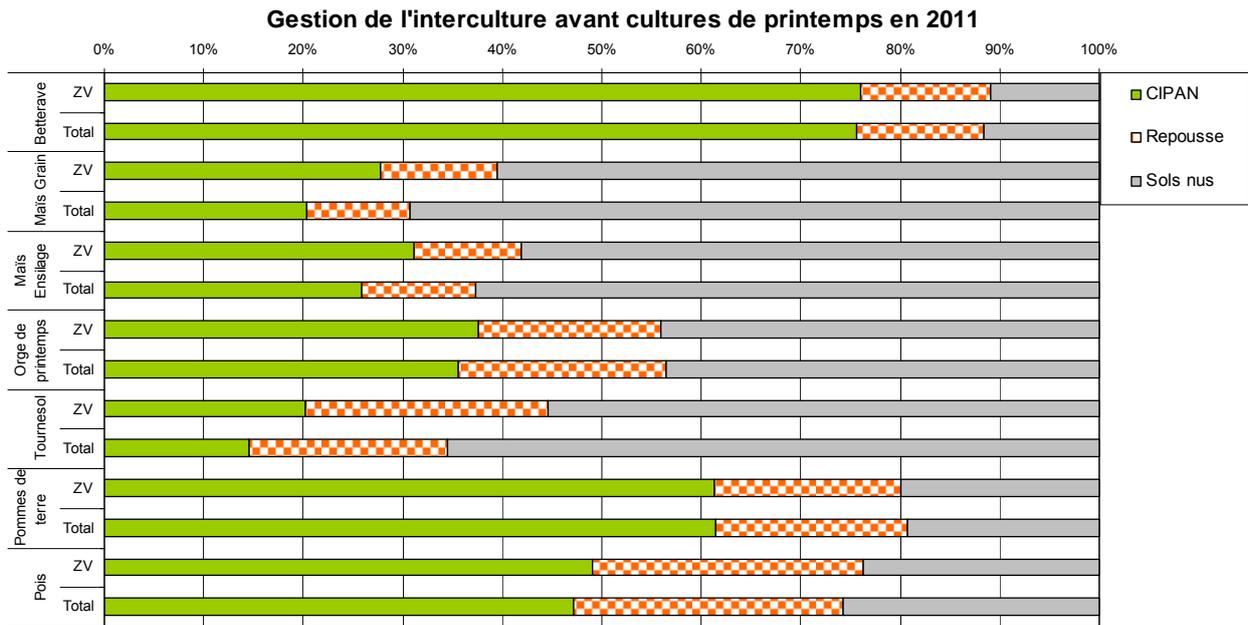


Figure 40 : Gestion de l'interculture avant cultures de printemps en 2011 en ZV et sur la surface totale

La Figure 41 est une image représentative de la situation globale en zone vulnérable lors des deux dernières enquêtes et montre d'une manière générale que les CIPAN ont progressé sur l'ensemble des cultures avec des augmentations remarquables sur betterave, maïs grain, orge de printemps ou encore pomme de terre.

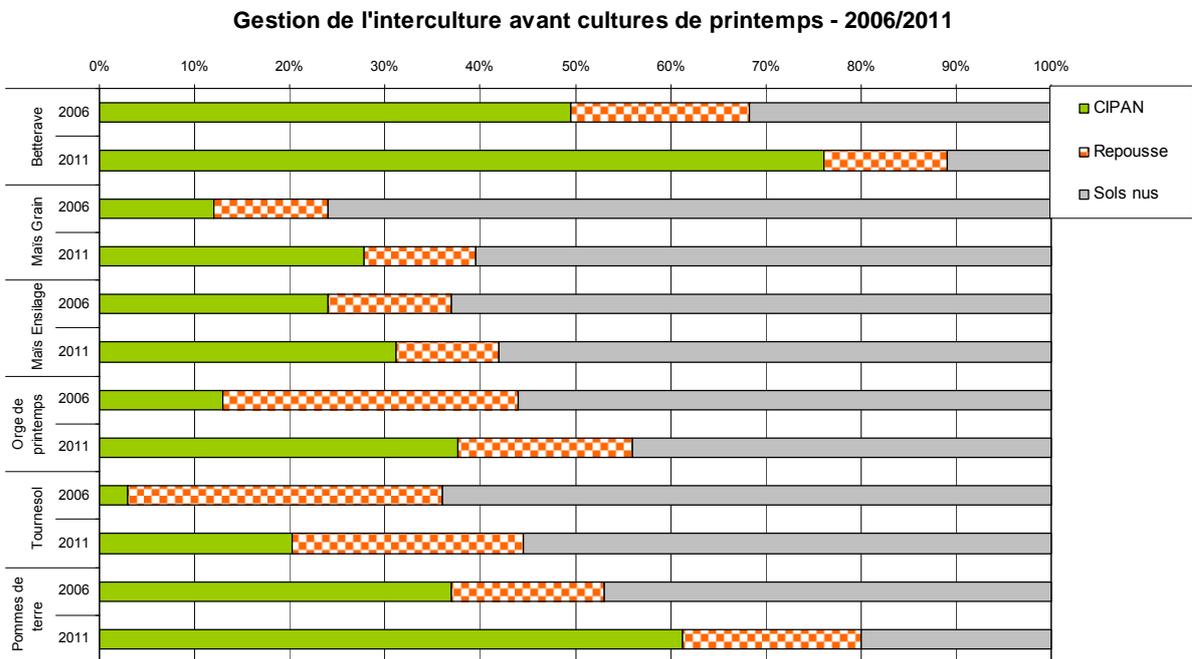


Figure 41 : Gestion de l'interculture avant cultures de printemps – comparaison entre les enquêtes 2006 et 2011 en ZV

4.6 La situation dans chaque bassin hydrographique

La répartition de la couverture des sols pour le maïs ensilage et le maïs grain en zone vulnérable pour chacun des grands bassins hydrographiques est respectivement représentée dans les Figure 42 et Figure 43.

Pour le maïs ensilage, les cultures intermédiaires sont implantées principalement en Artois-Picardie et Loire-Bretagne. Les repousses avant maïs (présence de colza et de céréales) sont privilégiées sur le bassin Rhin-Meuse, pour plus du quart des surfaces.

En maïs grain, les cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) sont implantées principalement en Loire-Bretagne et Seine-Normandie. La présence de monoculture de maïs sur les bassins Rhin-Meuse, Adour-Garonne et Rhône Méditerranée Corse constitue un frein à l'implantation de CIPAN.

La part élevée des surfaces en CIPAN en Loire-Bretagne s'explique notamment par l'obligation de couverture à 100% des sols depuis 2001 dans les zones d'action complémentaires qui couvrent plus d'un tiers de la surface de la région Bretagne.

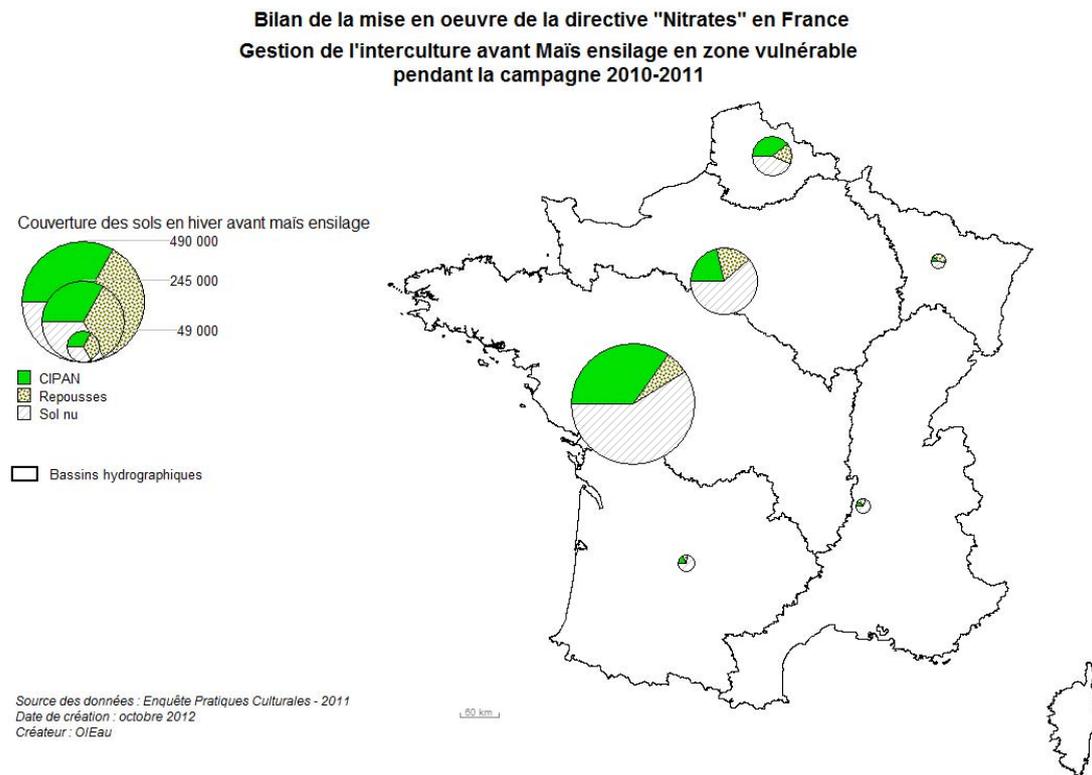


Figure 42 : Répartition des surfaces en maïs ensilage en zone vulnérable suivant le mode de gestion de l'interculture

**Bilan de la mise en oeuvre de la directive "Nitrates" en France
Gestion de l'interculture avant Maïs grain en zone vulnérable
pendant la campagne 2010-2011**

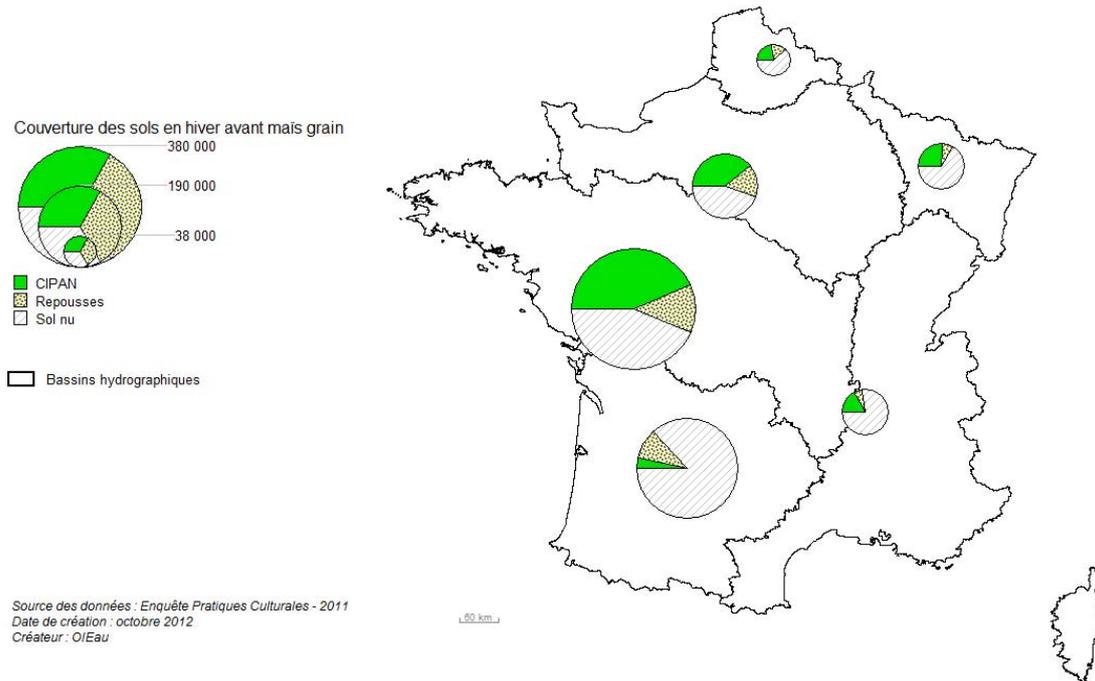


Figure 43 : Répartition des surfaces en maïs grain en zone vulnérable suivant le mode de gestion de l'interculture

La Figure 44 présente la situation dans chaque bassin où des données sont disponibles pour l'orge de printemps. Les pratiques varient beaucoup en fonction du bassin. A noter cependant la quasi-absence de CIPAN sur le bassin Adour-Garonne et la part importante de repousses en Artois-Picardie où seulement un quart des surfaces reste nu. La proportion de sol nu avant orge de printemps est identique dans le bassin Loire-Bretagne mais à la différence du bassin Artois Picardie, la couverture des sols y est davantage assurée par des CIPAN que par des repousses.

**Bilan de la mise en oeuvre de la directive "Nitrates" en France
Gestion de l'interculture avant Orge de printemps
en zone vulnérable pendant la campagne 2010-2011**

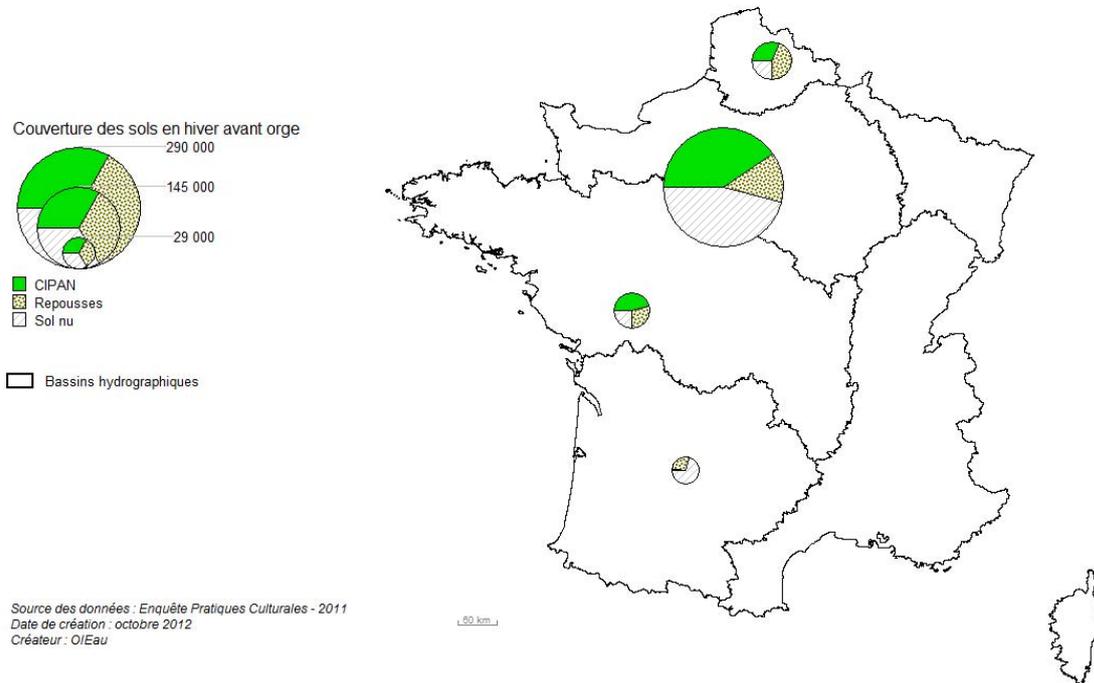


Figure 44 : Répartition des surfaces en orge en zone vulnérable suivant le mode de gestion de l'interculture

Avant betterave (Figure 45), c'est en moyenne plus des trois quart de la surface qui sont couverts par des cultures intermédiaires pièges à nitrates. La culture de betterave est davantage représentée dans les bassins Artois-Picardie et Seine Normandie.

**Bilan de la mise en oeuvre de la directive "Nitrates" en France
Gestion de l'interculture avant Betterave en zone vulnérable
pendant la campagne 2010-2011**

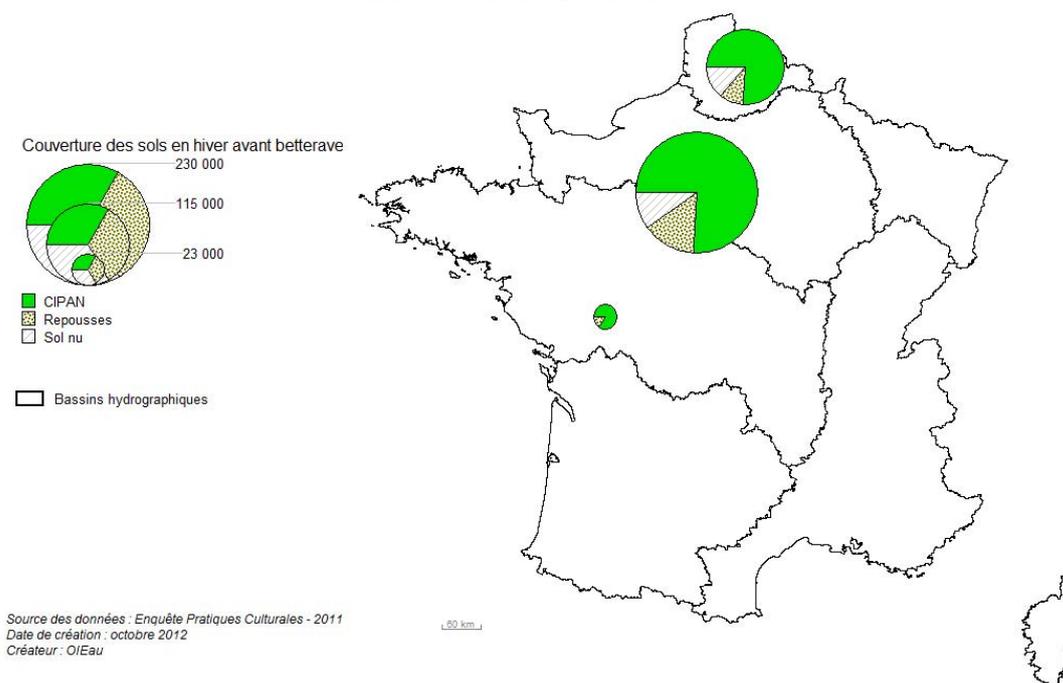


Figure 45 : Répartition des surfaces en betterave suivant le mode de gestion de l'interculture

4.7 Comparaison avec les données statistiques du Recensement Agricole et de l'enquête structure

Le Recensement Agricole et les enquêtes structures donnent également un aperçu de la mise en place de CIPAN en France. Il apparaît que les surfaces en CIPAN ont été multipliées par plus de cinq en 10 ans. En 2005, elles occupent 1,1 M ha selon l'enquête structure, il faut ajouter à cela 500 000 hectares supplémentaires pour en arriver à la surface occupée en 2011. L'implantation des CIPAN hors des zones vulnérables évolue peu. A l'inverse, les zones vulnérables concentrent 90% des CIPAN et rassemblent à elles seules la quasi-totalité de l'augmentation des surfaces.

Les grandes cultures couvrent douze millions d'hectares en France métropolitaine. Des CIPAN sont implantées sur 12% de ces surfaces en ZV, contre 1,3 % seulement en ZNV (enquête PK2011). Ces chiffres sont en progression comparés à ceux issus des enquêtes pratiques culturales de 2000-2001 et 2005-2006.

Les échantillons des enquêtes pratiques culturales grandes cultures et ceux des enquêtes « structure » et du recensement agricole étant différents, il n'est pas possible de comparer de façon détaillée les différentes données obtenues. Il reste tout de même possible d'observer que les tendances d'évolution sont comparables. Ainsi, depuis 2000, les surfaces en CIPAN ne cessent d'augmenter, principalement en zone vulnérable, alors qu'elles restent relativement stables en dehors. Soulignons toutefois que les chiffres issus du RA 2010 incluent les cultures dérobées (d'où une valeur sensiblement supérieure).

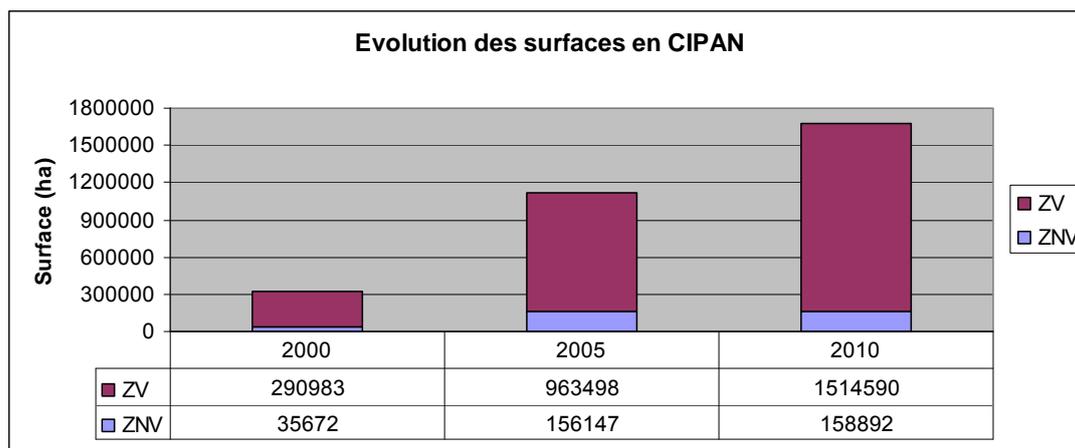


Figure 46 : Evolution des surfaces en cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN) d'après les enquêtes statistiques (RA2000, ES2005, RA2010)

Surfaces en CIPAN (milliers d'ha)	ZV						ZNV					
	2000	2001	2005	2006	2010	2011	2000	2001	2005	2006	2010	2011
Recensement agricole et enquête structure	291		963		1515		36		156		159	
Enquête Pratiques Culturales		228		700		1178		49		76		96

Tableau 44 : Surfaces implantées en cultures intermédiaires pièges à nitrates (d'après Recensement Agricole (2000 et 2010), enquête structure (2005) et enquêtes Pratiques Culturales (2001, 2006, 2011).

5. Conclusion

Les programmes d'actions au titre de la directive « Nitrates » concernent environ 170 000 exploitations dont un tiers sont des exploitations orientées grandes cultures, plus d'un quart élevage herbivores essentiellement bovins lait et une sur dix élevage hors sol (porcs ou volailles). Les trois quart des exploitations grandes cultures ou porcs et volailles sont en zone vulnérable alors qu'un élevage laitier sur deux et deux élevages herbivores viande se trouvent hors des zones vulnérables.

Près de 70% des terres arables sont en zone vulnérable alors que moins de 30% des prairies permanentes s'y trouvent. La part des cultures d'hiver par rapport aux cultures de printemps est beaucoup plus importante dans les bassins Seine Normandie et Loire Bretagne que dans le bassin Adour Garonne.

Les pratiques de fertilisation azotée s'améliorent lentement que ce soit en terme de dose apportée notamment avec une meilleure prise en compte des apports d'azote organique ou de raisonnement et d'ajustement de la dose d'azote minéral grâce à l'utilisation plus fréquente du fractionnement des apports et des outils de pilotage.

Par contre, on observe une évolution sensible des pratiques de gestion de l'interculture avec notamment un recours de plus en plus important aux cultures intermédiaires piège à nitrates, en particulier en zone vulnérable où la moitié des surfaces en interculture longue (entre une culture récoltée en été et une culture semée au printemps) bénéficie d'une culture implantée à l'automne.

• LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution de la répartition de la SAU entre ZV et ZNV de 2000, 2005 et 2010.....	11
Figure 2 : Evolution du nombre d'exploitations entre 2000 et 2010.....	12
Figure 3 : Répartition des exploitations agricoles (EA) françaises, toutes tailles confondues, selon leur OTEX – Source RA2010 -	14
Figure 4 : Répartition de la SAU par OTEX en zone vulnérable et hors zone vulnérable en 2010 (source RA2010), SAU de l'ensemble des exploitations françaises.....	15
Figure 5 : Répartition des exploitations (moyennes et grandes) en fonction de leur OTEX et selon leur localisation en ZV et ZNV– Source : RA2010 -	16
Figure 6 : Répartition de la SAU selon les OTEX des moyennes et grandes exploitations -Source: RA2010-.....	17
Figure 7 : Evolution des assolements de 2000 à 2010	23
Figure 8: Répartition entre cultures de printemps et d'hiver pour chaque bassin hydrographique et selon différents découpages (France entière, ZV, ZNV) Source : RA 2010	25
Figure 9 : Surface couverte par une culture en fin d'été 2009 (CIPAN, cultures dérobées) et cultures de printemps 2010 pour les bassins hydrographiques français (Source : RA 2010).....	26
Figure 10 : Cheptel bovin français en 2010, selon les différents bassins hydrographiques	27
Figure 11 : Cheptels porcins dans les différents bassins hydrographiques et selon qu'ils se situent en zone vulnérable ou non. - Source RA2010 –	28
Figure 12 : Evolution des rendements des principales cultures depuis 1989 (en Qtx/ha) (source : Agreste Conjoncture Climatologie).....	38
Figure 13 : Rendement moyen des cultures céréalières selon chaque zone	39
Figure 14 : Rendement moyen des autres cultures selon chaque zone.....	39
Figure 15 : Evolution des doses moyennes d'azote minéral entre 2001 et 2011	42
Figure 16 : Dose moyenne d'azote minéral du 1er apport en 2010-2011.....	44
Figure 17 : Dose moyenne d'azote minéral du 1 ^{er} apport en 2010-2011.....	44
Figure 18 : Dose moyenne d'azote minéral du 1er apport - comparaison 2000-2001 et 2005-2006 ..	45
Figure 19 : Dose moyenne d'azote minéral du 1er apport - comparaison 2000-2001 et 2005-2006 (parcelles sans apport organique).....	45
Figure 20 : Dose totale d'azote minéral selon l'apport azoté spécifique de qualité	47
Figure 21 : Surfaces recevant des effluents organiques en 2011.....	48
Figure 22 : Surfaces recevant des effluents organiques et évolution de 2001 à 2006.....	48
Figure 23 : Surfaces recevant des effluents d'élevage (fumier, fiente ou lisier) en 2011	49
Figure 24 : Part de la surface concernée par des apports organiques (élevage et autres) en 2001 et 2006 en ZV et ZNV.....	50
Figure 25 : Part des parcelles en maïs grain recevant des effluents d'élevages.....	51
Figure 26 : Outils de pilotage sur blé tendre en 2011	52
Figure 27 : Nombre d'apports d'azote minéral sur culture de printemps	53
Figure 28 : Nombre d'apports d'azote minéral et organique sur céréales et colza en 2006 et 2011 (parcelles recevant au moins un apport azoté, minéral ou organique).....	53
Figure 29 : Fractionnement des apports d'azote minéral et organique sur blé tendre d'hiver.....	54
Figure 30 : Evolution depuis 2001 de la dose totale moyenne d'azote en zone vulnérable et hors des zones vulnérables.....	56
Figure 31 : Dose moyenne d'azote minéral du blé tendre d'hiver en fonction du précédent.....	58
Figure 32 : Dose moyenne d'azote minéral du blé tendre d'hiver en fonction du précédent sur les parcelles fertilisées sans apport organiques en 2006.....	59
Figure 33 : Dose moyenne d'azote minéral du maïs grain en fonction du précédent.....	60
Figure 34 : Dose d'azote minéral du maïs ensilage en fonction du précédent sur les parcelles ne recevant pas d'apport organique – 2011.....	61
Figure 35 : Solde azoté minéral en 2011 - comparaison entre zone vulnérable et non vulnérable.....	62
Figure 36 : Solde moyen du bilan d'azote minéral en 2001 et 2006.....	63
Figure 37 : Surfaces implantées en cultures d'automne avec repousse du précédent : toutes cultures d'automne confondues.....	71
Figure 38 : répartition entre ZV et ZNV des surfaces implantées avec repousses avant cultures de printemps.....	72
Figure 39 : Evolution des surfaces implantées avec couvert végétal (CIPAN ou avec des repousses).....	76
Figure 40 : Gestion de l'interculture avant cultures de printemps en 2011 en ZV et sur la surface totale.....	77

Figure 41 : Gestion de l'interculture avant cultures de printemps – comparaison entre les enquêtes 2006 et 2011 en ZV	77
Figure 42 : Répartition des surfaces en maïs ensilage en zone vulnérable suivant le mode de gestion de l'interculture	78
Figure 43 : Répartition des surfaces en maïs grain en zone vulnérable suivant le mode de gestion de l'interculture	79
Figure 44 : Répartition des surfaces en orge en zone vulnérable suivant le mode de gestion de l'interculture	80
Figure 45 : Répartition des surfaces en betterave suivant le mode de gestion de l'interculture.....	80
Figure 46 : Evolution des surfaces en cultures intermédiaires pièges à nitrates (CIPAN)	81

• LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution de la SAU située en ZV et en ZNV, de 2000 à 2010.....	10
Tableau 2 : Part de la SAU en zone vulnérable pour chaque bassin hydrographique	11
Tableau 3 : Caractérisation générale de l'agriculture en France	12
Tableau 4 : SAU totale et SAU occupée par les moyennes et grandes exploitations	13
Tableau 5 : Evolution du nombre d'exploitation par OTEX entre 2000 et 2010, sur l'ensemble du territoire – source RA 2000 et 2010 -	14
Tableau 6 : Répartition des moyennes et grandes exploitations en fonction de leur OTEX.....	15
Tableau 7 : Part des zones vulnérables dans la SAU nationale occupée par chaque OTEX en 2010, pour les grandes et moyennes exploitations uniquement – Source RA2010 -	16
Tableau 8 : Répartition des moyennes et grandes exploitations des bassins hydrographiques selon leur OTEX - Source: RA2010 –	18
Tableau 9 : Répartition de la SAU des moyennes et grandes exploitations des bassins hydrographiques selon leur OTEX – Source : RA2010 –.....	19
Tableau 10 : Part de la SAU en zone vulnérable pour chaque OTEX et pour chaque Bassin Hydrographique - Source: RA2010 -	20
Tableau 11 : Superficie des principaux types d'occupation du sol au niveau français (les pourcentages de ZV sont exprimés en fonction de la SAU nationale avec la même occupation des sols) - Source RA2000 et RA2010 -	22
Tableau 12 : Répartition des principales cultures dans l'assolement entre 2000, 2005 et 2010.....	24
Tableau 13: Evolution du nombre d'exploitations et des cheptels des principales catégories d'animaux entre 2000 et 2010. Les chiffres correspondent à l'ensemble des exploitations possédant des animaux de la race considérée. - Source: Agreste DISAR, RA 2000 et 2010.....	27
Tableau 14 : Champ de l'enquête « Pratiques Culturelles » 2011	32
Tableau 15 : Rendement moyen des cultures depuis 1994.....	35
Tableau 16 : Part des surfaces recevant des apports d'azote minéral et /ou organique.....	40
Tableau 17 : Doses moyennes d'azote minéral en 2011	41
Tableau 18 : Dose moyenne d'azote minéral sur les principales grandes cultures	42
Tableau 19 : Evolution des doses moyennes d'azote minéral suivant les zones entre 2006 et 2011..	43
Tableau 20 : Part des parcelles recevant des effluents d'élevage.....	50
Tableau 21 : Surfaces en céréales bénéficiant d'un ajustement de la dose totale d'azote	52
Tableau 22 : Surfaces en céréales bénéficiant d'un ajustement de la dose totale d'azote à l'aide d'un outil de pilotage en 2011	52
Tableau 23 : Nombre moyen d'apports d'azote (« minéral » ou « minéral et organique »).....	55
Tableau 24 : Dose moyenne d'azote minéral (suivant l'apport ou non d'azote organique).....	56
Tableau 25 : Dose d'azote minéral appliquée suivant le type de parcelle (avec ou sans apport organique) en 2011	57
Tableau 26 : Ecart de dose d'azote minéral en fonction des apports d'azote organique	57
Tableau 27 : Solde du bilan d'azote en fonction de la pratique de l'irrigation.....	64
Tableau 28 : Surface en grandes cultures en France (source : enquête PK2011).....	67
Tableau 29 : Répartition des précédents pour les cultures d'automne exprimée en part de la surface totale par culture (%) - France entière (Source : enquête PK 2010-2011)	67
Tableau 30 : Répartition des précédents pour les cultures de printemps exprimée en part de la surface totale par culture (%) - France entière (source : enquête PK 2010-2011)	68
Tableau 31 : gestion des résidus de maïs grain en tant que précédent en monoculture	69
Tableau 32 : Repousses de colza avant blé tendre (surface et % de surface de blé après colza avec repousses de colza)	70
Tableau 33 : Repousses de céréales avant blé tendre (surface et % de surface de blé après céréales avec repousses de céréales)	70

Tableau 34 : Surfaces avec repousses en milliers d'ha et part de la surface totale de la culture (%) en zone vulnérable pour les cultures d'automne.....	70
Tableau 35 : Repousses de céréales avant maïs grain	71
Tableau 36 : Repousses de céréales avant maïs ensilage.....	71
Tableau 37 : Surfaces avec repousses en milliers d'ha et part de la surface totale de la culture (%) en zone vulnérable pour les cultures de printemps.....	72
Tableau 38 : Surface présentant une CIPAN en automne avant maïs (en milliers d'ha)	73
Tableau 39 : Culture intermédiaire pièges à nitrates avant betterave en zone vulnérable en hectare et part de la surface totale de la culture.	73
Tableau 40 : Recours à une CIPAN avant les principales cultures de printemps (surface en milliers d'ha et % de la surface totale de la culture) en zone vulnérable.....	74
Tableau 41 : Répartition des espèces de CIPAN implantées en 2011 en zone vulnérable et hors des zones vulnérables.....	74
Tableau 42 : Date de semis et de destruction des CIPAN avant cultures de printemps.	75
Tableau 43 : Répartition par type d'effluent organique sur les parcelles ayant une CIPAN	75
Tableau 44 : Surfaces implantées en cultures intermédiaires pièges à nitrates.....	81

Ministère chargé de l'environnement

Grande Arche

Tour Pascal A et B

92 055 LA DEFENSE CEDEX

www.developpement-durable.gouv.fr/



Onema

Hall C – Le Nadar

5, square Félix Nadar

94300 Vincennes

www.onema.fr



OIEau

15 rue Edouard Chamberland

87 065 LIMOGES CEDEX

www.oieau.fr

