

Inventaire et caractérisation des exploitations d'agriculture biologique dans le Nord de la France

Thibault Makridis, Juliette Anglade, Josette Garnier, Gilles Billen*

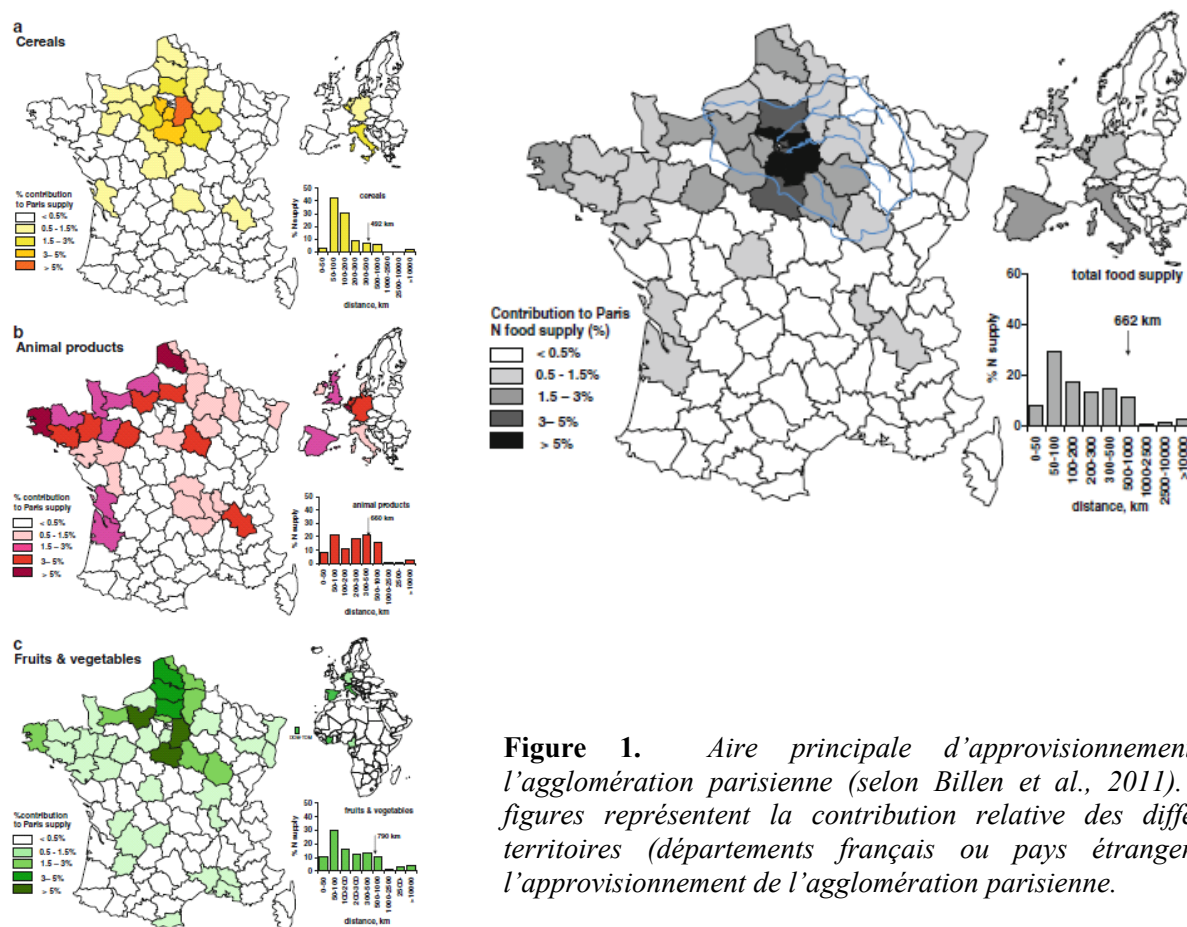
¹UPMC/CNRS, UMR Sisyphe, Paris

* gilles.billen@upmc.fr

1. Introduction

1.1. L'aire d'approvisionnement alimentaire de Paris

L'aire d'approvisionnement alimentaire de la région parisienne concentre une grande part de la production agricole française, et constitue une région emblématique de l'agriculture industrielle, utilisant de grandes quantités d'engrais et de pesticides, et caractérisée par une forte spécialisation des productions. Malgré l'augmentation de la population et de l'efficacité des transports, la zone nourricière de Paris est restée très fortement ancrée dans la production agricole du bassin de la Seine pour ce qui concerne les produits végétaux, et celle du « Grand Ouest » (Bretagne, Normandie, Nord-Pas de Calais), fortement spécialisée dans l'élevage, pour les produits animaux (Billen et al., 2011) (Figure 1). C'est cette aire, qui s'étend sur la moitié Nord de la France qui constituera notre zone d'étude.



Dans l'une comme dans l'autre de ces régions, l'intensité des pratiques agricoles conduit à des excédents d'azote considérables, donnant lieu à une pollution nitrique généralisée. Les impacts négatifs de cette pollution nitrique sont multiples. Dans le sol, les apports d'engrais en excès des besoins des plantes

modifient le cycle biogéochimique de l'azote et conduisent à des émissions d'ammoniaque, transportés dans l'atmosphère parfois sur de longues distances, et d'oxyde nitreux, contribuant à l'accroissement de l'effet de serre et à la destruction de la couche d'ozone stratosphérique. Lessivés vers l'hydrosystème, les nitrates contaminent les ressources en eaux souterraines et engendrent des coûts de traitements (dilution, dénitrification) aux stations de captages d'eau destinées à l'alimentation en eau potable, voire leur abandon pur et simple. Ainsi, 9% des stations de captages en France présentent un taux de nitrates supérieur à la norme de potabilité fixée à 50 mgNO₃/l (l'environnement en France, 2010). Dans le bassin Artois Picardie en 2002, 40% des captages étaient abandonnés ou en passe de l'être (Miquel, 2003). Enfin la pollution azotée contribue à l'eutrophisation des écosystèmes aquatiques dulcicoles et marins, se manifestant par exemple par des proliférations d'algues indésirables dans les zones marine côtières.

Les enjeux de la lutte contre la pollution azotée sont donc environnementaux, financiers et socio-politiques. La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006 a comme objectif principal d'atteindre en 2015 le « bon état » (biologique, physico-chimique et hydromorphologique) des eaux fixé par la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE). Cependant le bilan actuel est en demi-teinte. Malgré les mesures agro-environnementales consenties, les objectifs ne seront pas atteints dans tout le pays selon un rapport de la mission sénatoriale « écologie et [développement durable](#) » remis en juin 2007. La même année, la France s'est vu infliger par la Cour de Justice Européenne une amende de 28 millions d'euros en raison d'une pollution en nitrates toujours aussi importante en Bretagne. Et un nouveau contentieux vient d'être ouvert tout récemment pour les mêmes raisons.

Des mesures beaucoup plus radicales sont donc nécessaires pour inverser les tendances de la pollution agricole. Thieu et al (2010, 2011) ont ainsi montré que seule la généralisation d'une agriculture à bas intrants, rompant radicalement avec les pratiques de fertilisation minérale actuelles, permettrait de réduire significativement le niveau de contamination nitrique des eaux souterraines et superficielles dans le bassin de la Seine à l'horizon 2050. L'agriculture biologique semble donc de plus en plus apparaître comme une alternative crédible et nécessaire pour rétablir la qualité des ressources en eaux.

1.2. L'Agriculture biologique comme modèle d'une agriculture alternative

L'agriculture biologique se définit comme un ensemble de pratiques agricoles basées sur le respect des processus écologiques qui contribue à la pérennité de l'écosystème agricole. Son principe de base repose sur l'interdiction de l'utilisation d'engrais ou de pesticides de synthèse. Les exploitants bio doivent respecter un cahier des charges rigoureux, soumis à un contrôle sévère, dont les principaux axes agissent plus ou moins directement en faveur d'une eau de meilleure qualité :

- L'interdiction de l'usage des pesticides a un effet naturel direct sur la qualité des eaux. Les eaux de lessivage des parcelles bio rejoindront les nappes puis les cours d'eau sans être contaminées par ces produits de synthèse.

-L'utilisation de légumineuses dans des rotations pluriannuelles diversifiées permet de limiter la fertilisation et donc la quantité d'azote susceptible d'être lessivée. En effet les légumineuses ont la faculté de fixer l'azote atmosphérique en établissant une symbiose avec des bactéries au niveau de nodosités racinaires. L'azote fixé est réduit en ammonium directement assimilable par les plantes et leur culture ne nécessite donc pas de fertilisation azotée. Les parties non récoltées de ces plantes agissent au contraire comme un apport d'azote organique au sol, disponible pour les cultures suivantes de la rotation.

1.3. Controverses autour de l'effet de l'agriculture sur la pollution azotée des eaux.

La fertilisation organique (fumier, déchets de l'industrie alimentaire, engrais verts) pratiquée en AB peut parfaitement être une source de pollution azotée des eaux. L'azote de ces engrais se minéralise dans le sol et est donc, au même titre que les engrais chimiques, susceptible d'être lessivé. Si l'effet positif de l'agriculture bio sur la contamination en pesticides ne peut faire aucun doute, l'impact des pratiques de l'agriculture biologique sur la contamination nitrique des eaux divise les scientifiques depuis plus de 30 ans.

Plusieurs auteurs mettent en effet en doute le caractère bénéfique du bio sur la qualité des eaux. La raison principale avancée est la désynchronisation existant entre la minéralisation de l'azote organique et les besoins de la plante (Powelson *et al.*, 1989; Scheller et Vogtman, 1995; Bergström et Kirchman, 1999). La minéralisation de l'engrais organique épandu dépend de nombreux facteurs et sa disponibilité pour la plante n'est donc pas continue. Cette désynchronisation peut aboutir à l'accumulation d'un stock d'azote en

période de forte minéralisation et de faible besoin pour la plante. Ce stock non utilisé peut alors donner lieu à un important lessivage vers les eaux souterraines. Ces auteurs soutiennent que l'apport bien géré d'engrais minéraux directement utilisables permet une meilleure efficacité de l'utilisation de l'azote par les végétaux, et partant, une moindre contamination environnementale.

Pourtant de nombreux travaux de terrain montrent au contraire un effet bénéfique de l'agriculture biologique sur la contamination nitrique. Ainsi, Koepf (1973) publie les résultats de 4 ans de mesure des nitrates dans les eaux drainées de 4 champs fertilisés organiquement en Illinois (USA). Ses résultats comparés à des mesures en conventionnel montrent un lessivage moins important en bio du fait d'intrants azotés moins important. Drinkwater et al (1998) montrent, sur des essais menés en Pennsylvanie (USA) que la fertilisation organique à des niveaux d'intensité similaires à ceux de la fertilisation minérale, conduit non seulement à un moindre lessivage nitrique, mais aussi à un meilleur stockage de carbone dans le sol, la production végétale restant sensiblement identique.

En France, les travaux de l'INRA de Mirecourt (Benoit, 2003; Barataud *et al*, *soumis*) confirment sur base de mesures en bougies poreuses le faible lessivage des nitrates en conduite biologique d'une exploitation de polyculture élevage, mais soulignent les risques de lessivage lors des retournements de prairies temporaires caractéristiques de ces systèmes.

Girardin *et al.*, (2003) comparent l'impact environnemental de pratiques agricoles respectant 8 cahiers des charges parmi lesquels celui de l'AB. L'évaluation de l'impact des actions techniques requises par les différents cahiers porte sur 6 composantes de l'environnement (eaux, air, sol, biodiversité, ressources non-renouvelables, paysages). Cette évaluation, faite par un consensus d'experts, place l'AB en première place pour la préservation de la qualité des eaux souterraines. Enfin une étude de Caplat (2006) basée sur la réalisation de bilans environnementaux sur un échantillon de 150 fermes biologiques et 281 fermes conventionnelles réparties sur tout le territoire français montre un bilan d'azote nettement meilleur sur les premières que sur les secondes.

1.4. Objectifs du travail

Billen et al (2012) ont construit un scénario hypothétique de généralisation de l'agriculture biologique à l'ensemble de l'aire d'alimentation de l'agglomération parisienne. Un tel scénario, sans doute tout à fait utopique, montre cependant la possibilité théorique de concevoir une organisation de l'agriculture qui nourrirait la population locale et exporterait un surplus significatif tout en respectant la qualité des ressources en eaux. Il convient maintenant d'étudier comment réformer concrètement l'agriculture dans ce sens, en prenant comme point de départ la réalité actuelle de l'activité agricole dans ce territoire. C'est dans cette optique que le présent travail vise à caractériser le niveau de développement de l'agriculture biologique, et ses performances environnementales, dans la moitié Nord de la France.

Le travail s'organise en deux principaux axes. Dans un premier temps, un état des lieux de l'agriculture biologique sera dressé dans la zone d'approvisionnement alimentaire de l'agglomération parisienne. La répartition géographique des exploitations bio et leur orientation par type de production sera établie et comparée avec celle de l'agriculture conventionnelle.

Dans une deuxième partie, on analysera plus en détail les performances d'un échantillonnage d'exploitations biologiques visitées lors d'un stage de Master 2, plus particulièrement sous l'angle de leur bilan d'azote. Les résultats obtenus seront comparés à ceux relatifs aux exploitations conventionnelles, en ce qui concerne d'une part les performances de chacun des deux modes de production et d'autre part l'efficacité de leur mode de fertilisation et donc de leur potentiel de pollution azotée.

2. Analyse de la distribution de l'agriculture biologique dans le Nord de la France

2.1. Sources

L'obtention des données concernant l'agriculture conventionnelle s'est faite à partir des statistiques agricoles mises en ligne sur le site d'AGRESTE, volet statistique du site du Ministère de l'Agriculture. Concernant l'agriculture biologique, nous avons utilisé le guide des chiffres clés 2010 de l'AB édité par l'Agence Bio (information à l'échelle du département) (Agence Bio, 2010).

D'autre part, nous avons pu obtenir, grâce à MM. Pierre Notabili et Dorian Fléchet, un listing anonyme des exploitations bio de notre région d'étude (à l'échelle des cantons postaux).

2.2. Importance relative de l'AB dans le paysage agricole

La France occupe une place plutôt décevante en termes de développement de l'agriculture biologique au rang Européen, 21^{ème} sur les 27 membres de l'UE en 2008, avec seulement 2.12% de sa SAU occupée par des productions bio. Cependant, le nombre d'exploitations conventionnelles se convertissant à l'agriculture biologique est en forte augmentation depuis 2008 (16 446 fin 2009) (figure 2).

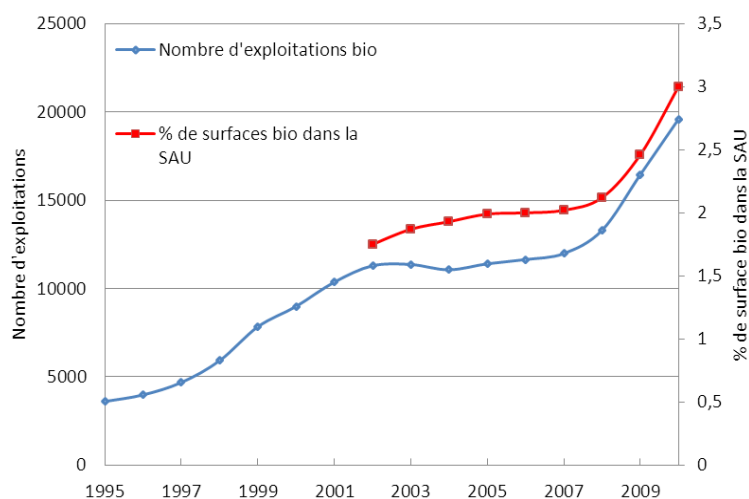


Figure 2. Evolution du nombre d'exploitations bio en France et de la part des surfaces bio dans la SAU. Les données concernent toute la France (données compilées de l'Agence bio).

La forte croissance de ces dernières années, tant au niveau du nombre d'exploitations que de la part de bio dans la SAU, traduit la tendance actuelle : des conversions toujours plus nombreuses pour satisfaire une demande de plus en plus forte. L'agence bio annonce une progression du marché français des produits alimentaires bio de 32% de 2008 à 2010. Dans le même temps, les achats bio de la restauration collective ont triplé.

La carte de la figure 3 montre que le développement du bio n'est pas homogène dans notre zone d'étude. Des disparités apparaissent avec une région Bretagne-Normandie plutôt riche en exploitations bio alors que les départements de l'arc Champagne-Picardie présentent un pourcentage très faible de surfaces agricoles dédiées au bio.

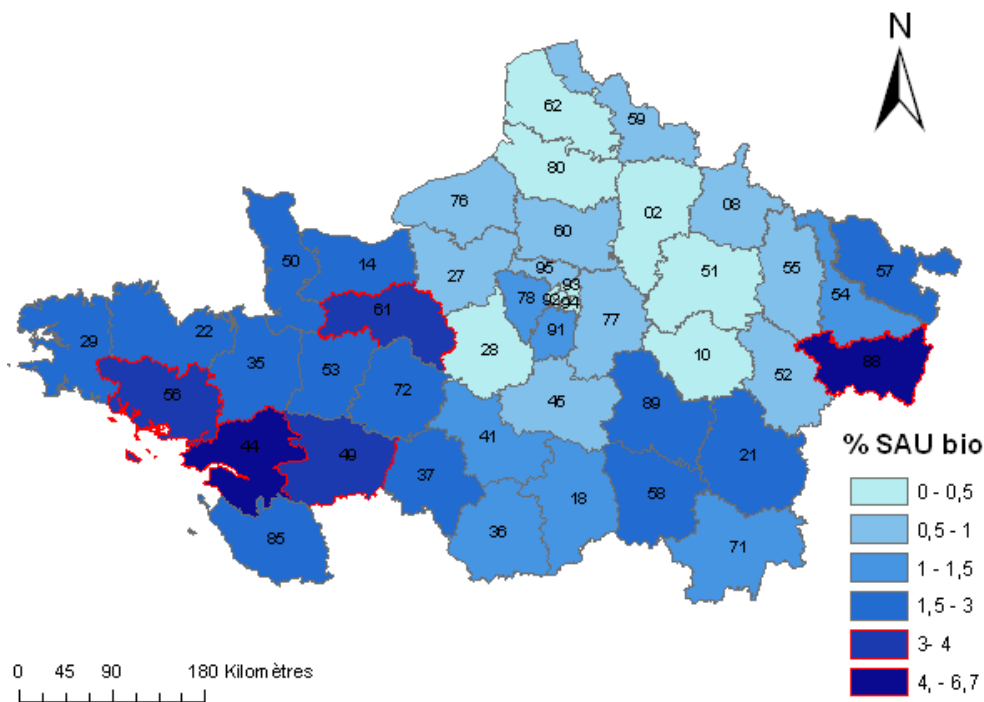


Figure 3. Part de surfaces bio dans la SAU pour chaque département de notre zone d'étude en 2010. Ceux entourés de rouge sont au-dessus de la moyenne nationale estimée par l'Agence bio à 3% fin 2010. (données compilées de l'Agence bio).

2.3. Distribution géographique des orientations techniques de l'AB

Une liste exhaustive des exploitations bio de notre région d'étude fournie par l'Agence bio a permis d'étudier la répartition géographique de ces exploitations selon leur type de production.

L'analyse de ces données montre tout d'abord un très grand nombre d'exploitations de **grandes cultures** (céréales, oléagineux et protéagineux) sans élevage. Leur répartition est assez homogène sur l'ensemble de la zone d'étude (Figure 4). Leur taille moyenne est de 90 ha.

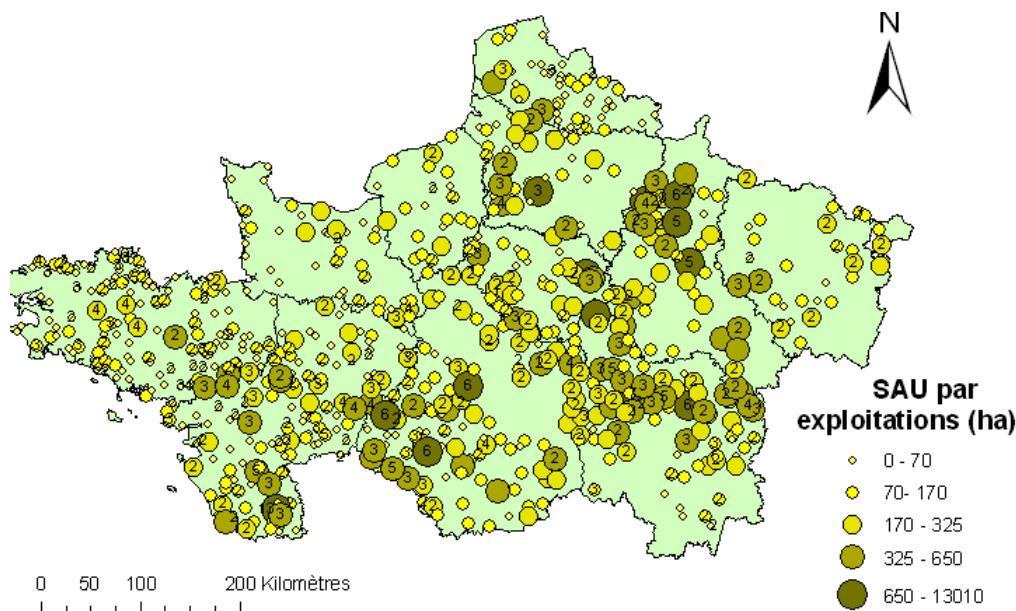


Figure 4. Répartition des exploitations bio de grandes cultures sans élevage. La taille des cercles colorés est proportionnelle à la SAU. Chaque point représente un code postal qui peut contenir plusieurs exploitations. Dans ce cas, le cercle représente la somme des SAU et le nombre d'exploitations fusionnées est indiqué au centre du cercle (données compilées de l'Agence bio).

Les exploitations de **production de légumes frais** (Figure 5) sont plus présentes à l'Ouest avec une forte occurrence dans les Pays-de-la-Loire et sur les côtes Bretonnes. On compte 1018 maraîchages de 3 ha de moyenne contre 259 exploitations de légumes plein champ d'une surface moyenne de 33 ha.

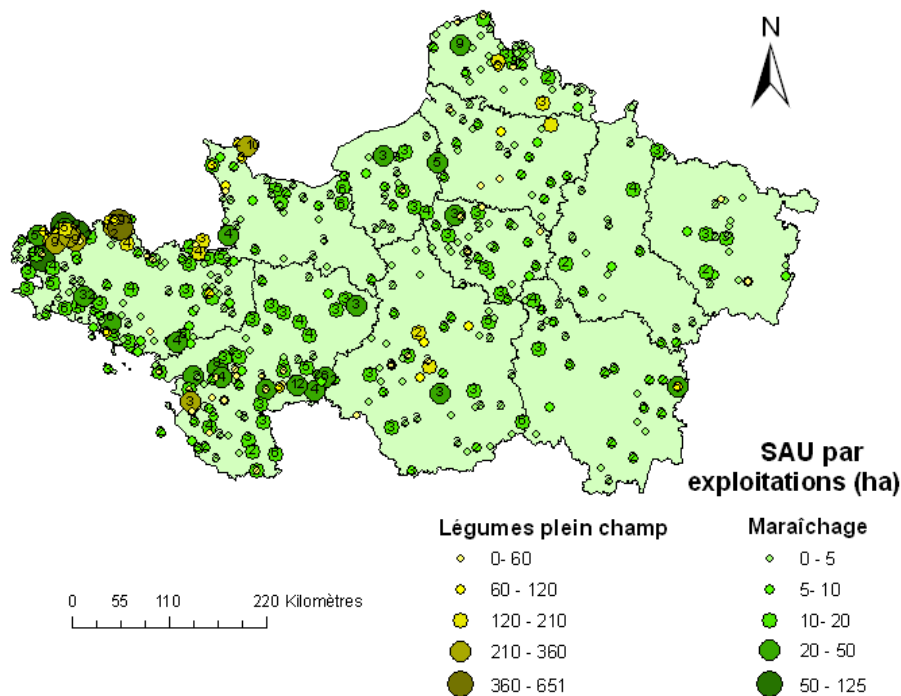


Figure 5. Répartition des exploitations bio de culture légumière. On distingue les maraîchages des exploitations de légumes plein champ (données compilées de l'Agence bio).

Les **exploitations viticoles** sont évidemment concentrées dans les zones viticoles traditionnelles, suivant un arc Champagne, Bourgogne, Centre, Pays-de-la-Loire à quelques exceptions près (Figure 6). Leur taille moyenne est de 20 ha.

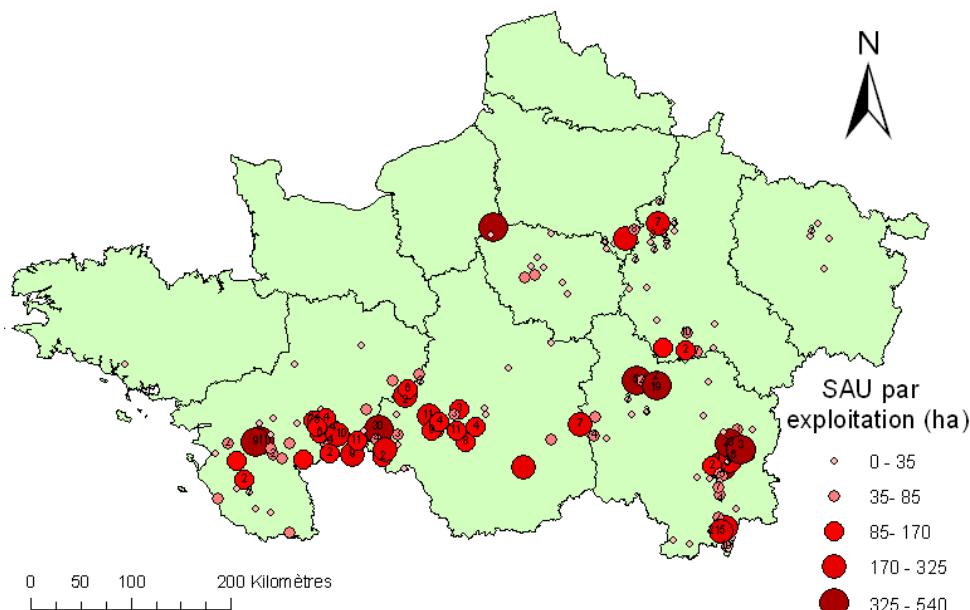


Figure 6. Répartition des exploitations bio viticoles (données compilées de l'Agence bio).

La répartition des exploitations de polyculture-élevage, ou d'élevage exclusif est elle aussi très régionalement différenciée. Les exploitations d'**élevage bovin** (lait et/ou viande) sont nombreuses (1674) et se situent en majorité dans le Grand Ouest et quelque peu à la périphérie Est. Le centre du bassin parisien en est pratiquement dépourvu. (Figure 7).

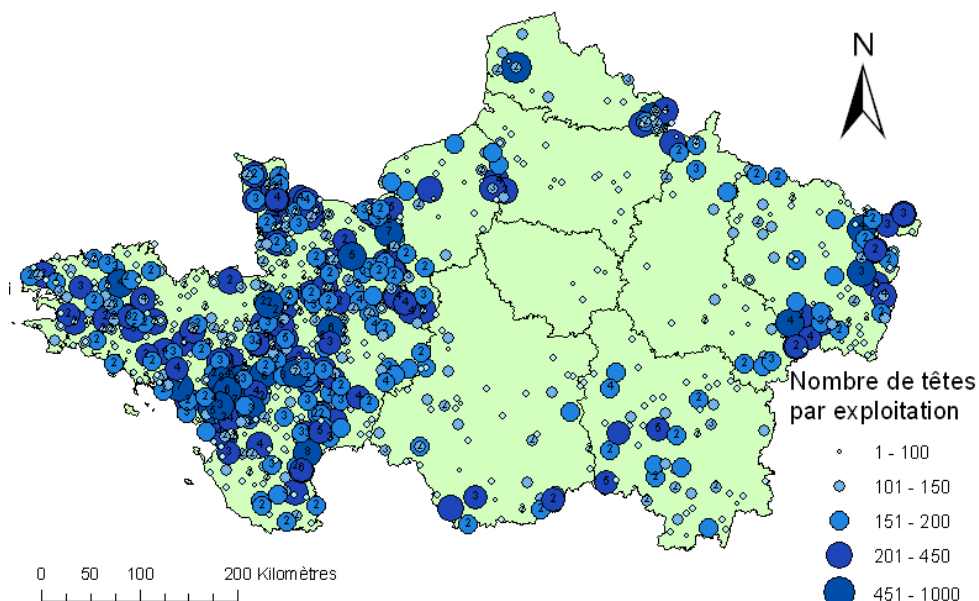


Figure 7. Répartition des exploitations bio d'élevage bovin. La taille des cercles colorés est proportionnelle au nombre de tête de vache laitière ou reproductrice. Chaque point représente un code postal qui peut contenir plusieurs exploitations. Dans ce cas, le cercle représente la somme des têtes et le nombre d'exploitations fusionnées est indiqué au centre du cercle (données compilées de l'Agence bio).

La répartition des **élevages porcins** bio, moins nombreux (162) suit la même répartition (Figure 8). Le nombre moyen de truies reproductrices par exploitation est de 90.

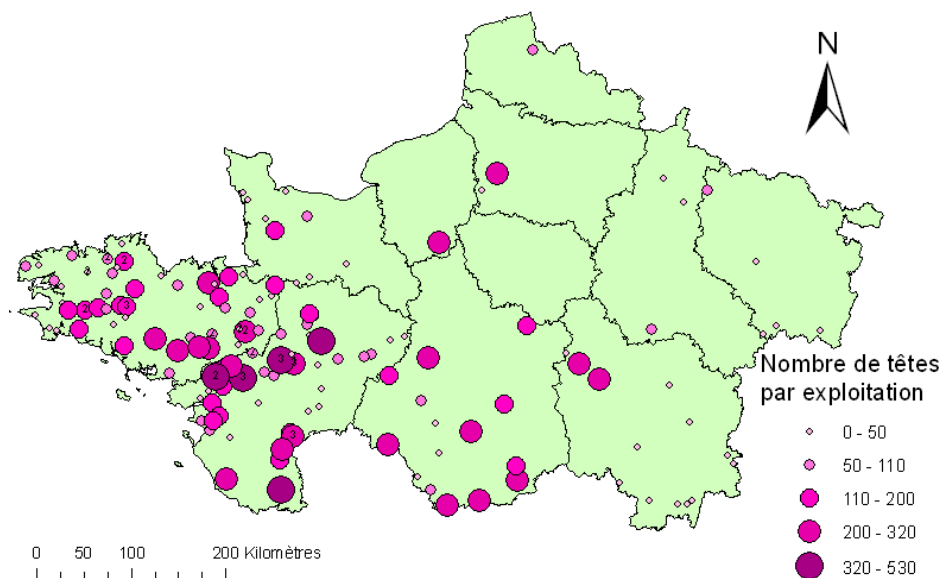


Figure 8. Répartition des exploitations bio d'élevage porcin (données compilées de l'Agence bio).

Enfin les **élevages aviaires** (Figure 9) sont très localisés en Bretagne et en Pays-de-la-Loire qui concentrent plus de 66% des exploitations de notre zone d'étude. En moyenne, elles comptent près de 7700 têtes par exploitation.

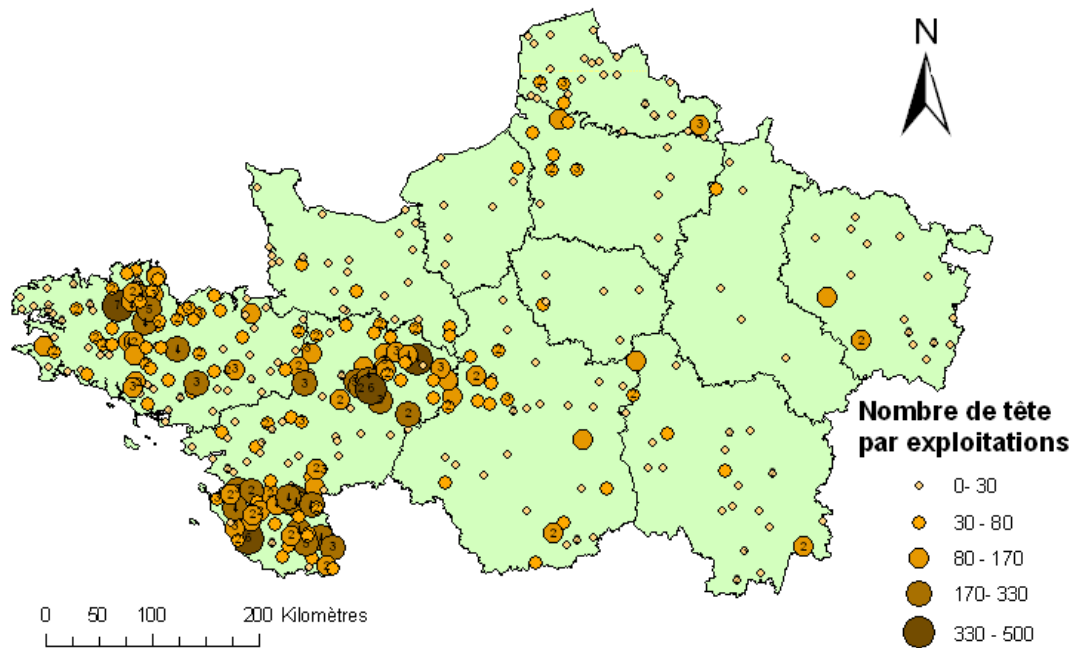


Figure 9. Répartition des exploitations bio d'élevage aviaire (données compilées de l'Agence bio).

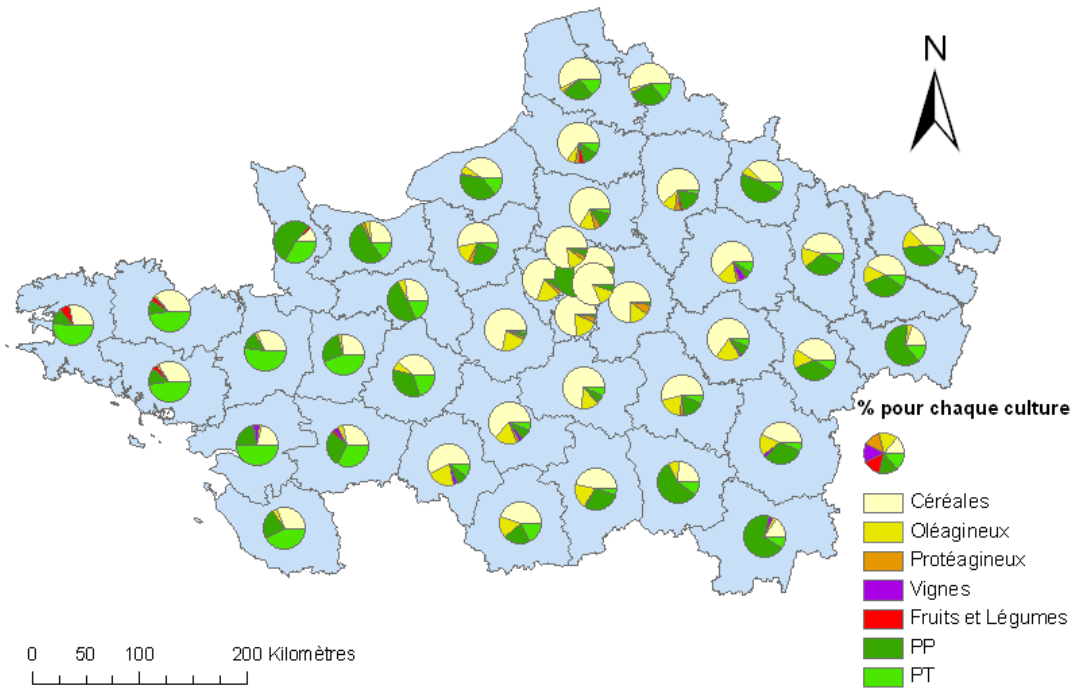
La distribution des exploitations bio montre donc une très forte spécialisation régionale, qui reproduit en grande partie celle observée dans la distribution géographique de l'agriculture conventionnelle dans le même espace (Mignolet et al., 2007; Schott, 2009), caractérisée par une forte spécialisation du centre du bassin parisien vers les grandes cultures, tandis que l'élevage domine à l'Ouest et à l'Est.

2.4. Comparaison avec le conventionnel

La comparaison directe des données relatives aux exploitations bio avec celles relatives à l'agriculture conventionnelle permet de tempérer la conclusion précédente sur la similitude de leur répartition spatiale. Ainsi, en ce qui concerne les **productions végétales**, la figure 10 montre bien la plus grande diversité des cultures en bio qu'en conventionnel. La plus grande part de la SAU occupée en bio par les prairies temporaires et permanentes est aussi évidente (c'est une des caractéristiques majeures des systèmes bio).

En ce qui concerne l'**élevage** (Figure 11), le bio suit la même tendance que le conventionnel à savoir une densité d'UGB/ha de SAU élevée à l'Ouest et des régions Ile-de-France Champagne-Ardenne et Centre quasiment dépourvue d'élevage. L'élevage bovin domine assez largement dans la majorité des départements. Cependant la proportion de caprins et d'ovins (en brun sur la figure 11) est plus importante en bio et à l'inverse celle des porcs en Bretagne semble plus importante en conventionnel (en rose sur la carte).

Production végétale conventionnelle



Production végétale bio

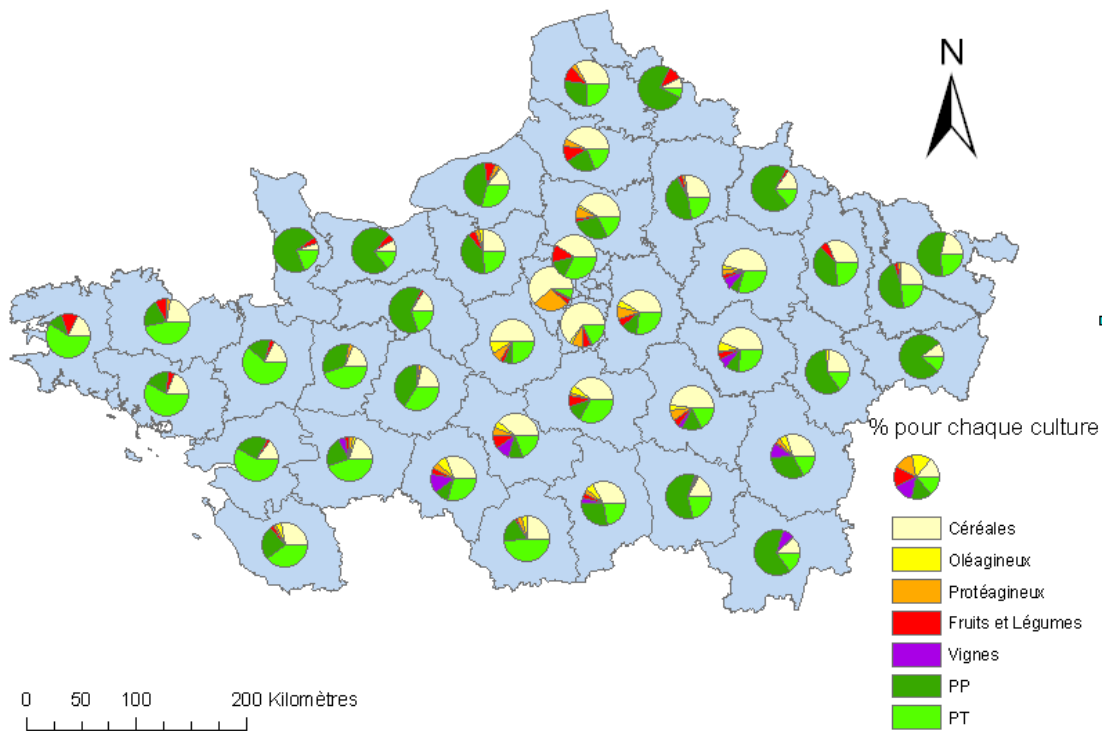
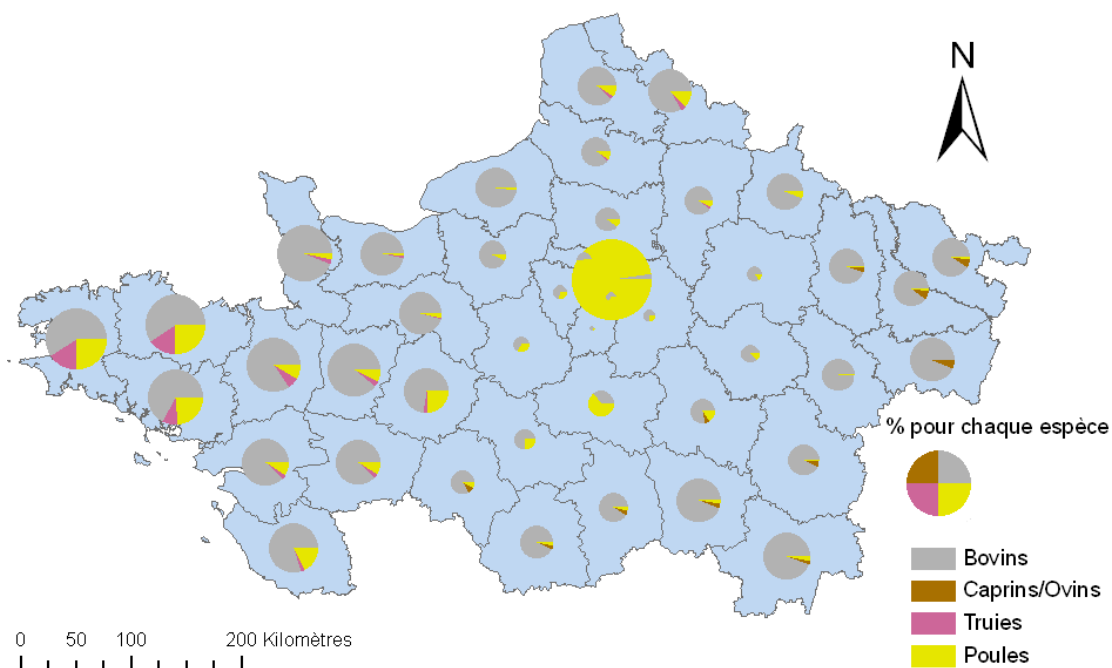


Figure 10 : Part de la SAU départementale occupée par différentes cultures en conventionnel et en bio. (données compilées de l'Agence bio et d'AGRESTE).

Production animale conventionnelle



Production animale bio

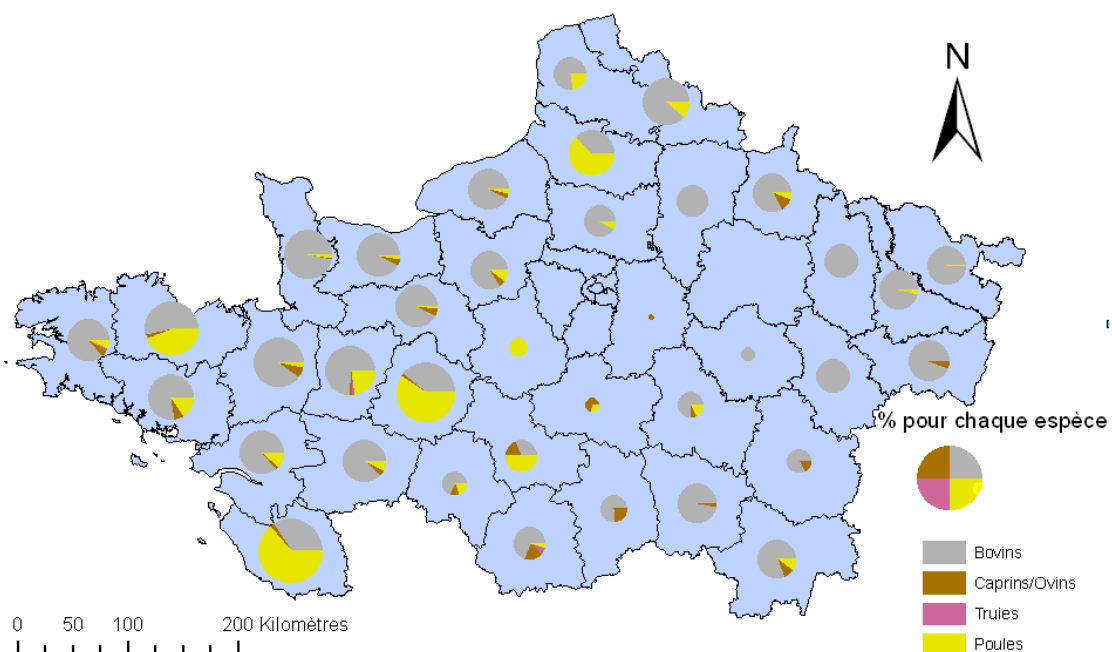


Figure 11 : Comparaison de la production animale en conventionnel et en bio : Pour chaque département est représentée la part (en % d'UGB) des principaux types d'animaux. La taille des cercles est proportionnelle à celle du nombre d'UGB/ha de SAU de chaque département. (données compilées de l'Agence bio et d'AGRESTE).

3. Performances et bilan d'azote des exploitations biologiques

Cette deuxième partie résulte d'un travail d'enquête réalisé dans une vingtaine d'exploitations biologiques de mars à juin 2011, dans le but de préciser leur logique de fonctionnement et leur impact en termes de contamination nitrique des eaux.

3.1. Méthodes

3.1.1. Echantillonnage et enquêtes

La plupart des exploitants biologiques sont adhérents de la FNAB (Fédération Nationale d'Agriculture Biologique), et des groupements régionaux ou départementaux que sont les GRAB et les GAB. Ces réseaux œuvrent pour le développement et la promotion de l'AB, accompagnent et soutiennent les exploitants bio et ceux qui souhaitent se convertir et assurent un travail de structuration des filières agricoles. C'est grâce à l'aide de ces groupements (en particulier le GAB-Nord, Ile-de-France, Eure-et-Loir, le GABBTO, AB-Picardie et la FRAB Champagne-Ardenne que nous remercions vivement) que nous avons établi une liste d'exploitants à contacter, représentatifs de la région et convertis en bio depuis un nombre d'années suffisant. La Figure 12 localise les 18 exploitations enquêtées.

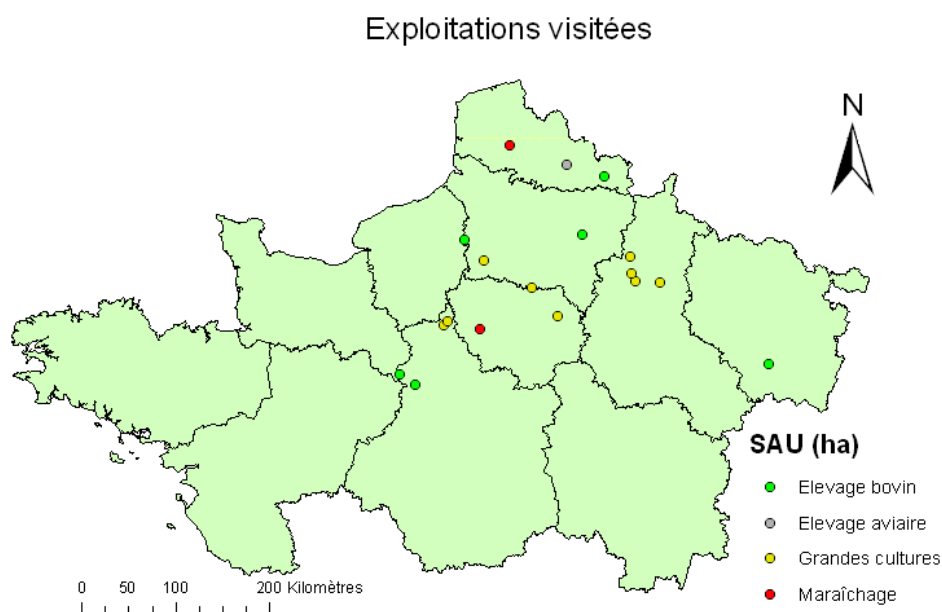


Figure 12 : Localisation des exploitations bio enquêtées dans le cadre de ce travail (grandes cultures, polyculture-élevage, élevage et maraîchage).

2.1.2. Les éléments du bilan d'azote

Le questionnaire proposé aux exploitants commence par quelques informations d'ordre général sur l'exploitation :

- L'année et la durée de la conversion à l'agriculture biologique.
- Les motivations (économiques, environnementales, éthique) de la conversion.
- Un historique de l'exploitation (a-t-elle toujours été conduite de la même manière ?) et les perspectives envisagées.
- La SAU de l'exploitation (surface agricole utile)
- Son nombre d'UTH (Unité de Travail Humain).

Suivent des questions plus techniques directement nécessaires à la construction du bilan d'azote de l'exploitation.

La production végétale

Il s'agit tout d'abord de préciser l'assolement (répartition des cultures sur les différentes parcelles à une saison donnée) et les successions de cultures (suite ordonnée des cultures pratiquées d'année en années en rotation sur une même parcelle).

Pour chaque culture de la rotation sont collectées les informations spécifiques à la culture:

La fertilisation : Le type d'engrais organique et la quantité épandue à l'hectare (T/ha) doivent être connus. Le pourcentage de matière sèche (MS) de chaque engrais doit également être renseigné pour ensuite déterminer la teneur en azote de chaque fertilisant.

Les rendements : Ils sont généralement fournis en quintaux par hectare (qx/ha). Là encore, il est important de savoir s'ils sont exprimés en MS ou en matière brute. Par exemple pour les fourrages qui contiennent moins de 20% d'humidité après séchage et moins de 20% de MS au moment de la récolte.

Présence ou non d'interculture : Il peut s'écouler plusieurs mois entre la récolte d'une culture et le semis de la culture suivante sur une même parcelle. Ainsi un blé d'hiver est récolté mi-juillet et est souvent suivi d'une culture de printemps semée l'année suivante. Pour éviter cette longue période de sol nu qui entraîne un important lessivage d'azote, il est recommandé d'implanter un CIPAN (Culture Intermédiaire Piège A Nitrate). Cela peut être de la moutarde, des radis, du colza ou encore des graminées. Ces engrais verts sont ensuite retournés juste avant le semis de la culture suivante. Ces espèces n'étant ni récoltées, ni fixatrices d'azote atmosphérique, elles n'ont pas à être prises en compte dans le bilan azote. Par contre, si la culture intermédiaire utilisée est une légumineuse, la part d'azote fixée pendant sa croissance doit être prise en compte dans le bilan. Il est donc utile de connaître la biomasse produite pendant l'interculture et, lorsqu'elle est semée au printemps comme engrais vert sous couvert d'une autre culture, et sa densité de présence par rapport à cette dernière.

L'association de culture : Il n'est pas rare d'observer en AB l'association d'une légumineuse et d'une céréale sur la même parcelle. Cette dernière sert alors de tuteur pour la légumineuse fixatrice d'azote et la récolte peut être soit groupée pour fournir un fourrage riche en matière azotée ou alors dissociée pour l'alimentation humaine. Pour cette pratique il nous faut savoir la proportion de chacune des deux cultures et la date de récolte. Les associations les plus couramment pratiquées en bio sont le méteil (triticale/pois) et l'alliance lentille/seigle.

Le cas des prairies : Une part de la SAU des exploitations d'élevage est consacrée aux prairies. Elles sont destinées à la fauche et/ou au pâturage des troupeaux (en général du printemps à l'automne). Il est important de connaître la part de prairie fauchée dont on tirera un rendement. La proportion de prairie pâturée nous aidera quant à elle à estimer par la suite le devenir des excréments du bétail ainsi que son broutage, constituant respectivement une entrée et une sortie d'azote au niveau de la parcelle. Notons également que certaines prairies sont semées et entrent dans la rotation, elles sont appelées prairie temporaire (PT). Il nous faut obtenir dans ce cas leur composition. D'autres sont dites permanentes (PP) et sont par conséquent plus anciennes et non semées. Il est difficile pour l'exploitant de nous fournir leur composition et nous les estimons alors avec des valeurs issues de la littérature.

Conversion des données en azote

Les données récoltées chez les exploitants sont exprimées en poids de matière brute (MB) ou, plus rarement, en poids de MS. Il nous faut convertir ces poids de matière en quantité d'azote. Lorsque les teneurs en azote (ou en protéines, $g_{protéines} = 6.25 \text{ gN}$) ne sont pas directement fournies par l'exploitant, nous avons utilisé les valeurs issues de la littérature et rassemblées dans le tableau 1.

Tableau 1. Contenu en azote de différents produits végétaux, animaux, fertilisants (Boyeldieu et al., 1980 ; Huyghe et al., 2005 ; Leclerc et al., 2001 ; Soltner, 1979 ; Souci et al., 2000)

Produit	%MS ds pdt récolté	%N ds pdt récolté	%N ds MS
Céréales			
Blé	86,6	1,90	2,19
Seigle	87,0	1,65	1,89
Orge	87,2	1,68	1,92
Avoine	88,8	1,86	2,09
Maïs	88,2	1,56	1,77
Triticale	87,6	2,23	2,55
Paille	93,0	0,51	0,55
Protéagineux & Oléagineux			
Pois	89,4	3,76	3,84
féverolles	89	4	4,70
Lupin			6,40
Lentilles			2,08
colza (graine)		3,5	
moutarde (graine))	93	3,63	3,90
Fourrages			
Luzerne	19	0,54	3,10
Trèfle blanc	11	0,40	3,66
Trèfle violet	15	0,40	2,66
Ray Grass Anglais	16	0,40	2,48
Ray Grass Italien	16	0,29	1,79
Dactyle	16	0,49	3,09
Fétuque	20	0,43	3,20
Maïs fourrage	30	0,37	1,24
Maïs ensilage	25	0,38	2,25
Maïs épi	35	0,33	1,33
Betterave fouragères	12	0,20	1,33
céréales en fourrage	20	0,36	1,6
faoin de prairie	20	0,38	2,32
Fruits & Légumes			
Pomme de terre	20	0,33	1,6
Légumes		0,30	
Pomme		0,05	
Poire		0,08	
Produits d'origine animale			
Lait de vache		0,52	
Œuf poule		2,04	
animal vivant		2,40	1,30
Engrais organique			
farine de plumes	94	10,10	10,74
Farine de sang	95	11,40	12,00
Farine de viande	94	8,10	8,62
Vinasse	60	3,00	5,00
Lisier volaille	10	0,68	6,80
Fientes humides	25	1,50	6,00
Fientes séchées ss hangar	80	4,00	5,00
fientes poules pondeuses	54	3,06	5,67
Compost fumier bovin	33	0,72	2,42
fumier bovin non composté	19,8	0,50	2,53
Fumier ovins	30	0,67	2,23
Fumier caprins	45	0,61	1,36
Lisier bovins	9	0,35	3,89

La production animale

Lors de visites d'élevages, la première information à récolter est la composition du cheptel. La figure 13 montre l'organisation classique d'un troupeau bovin et aviaire.

Le nombre d'animaux est ensuite converti en UGB (Unité Gros Bovin). Cette unité animale standard correspond à un animal dont les besoins énergétiques annuels s'élèvent à 3000 UF (Unité Fourragère, représentant 1.65 kcal soit 1kg d'orge). Un UGB équivaut à une vache laitière de 600 kg.

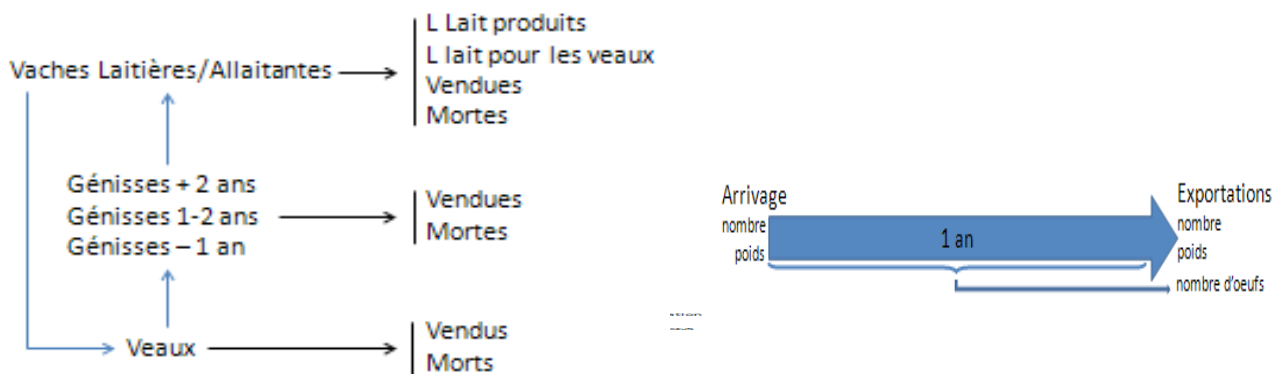


Figure 13 : Schémas de l'organisation d'un cheptel bovin à gauche et aviaire à droite.

L'alimentation. Il est nécessaire de connaître la ration alimentaire quotidienne par tête de bétail, compte tenu du stade de croissance de l'animal et de la période de l'année. Pour les élevages bovins, une part de l'alimentation est fournie par le broutage qui doit être estimé. Il peut l'être à partir de la connaissance du temps passé au pâturage, des besoins journaliers du troupeau et de la ration complémentaire apportée.

L'excrétion. Un des flux d'azote interne à l'exploitation est la quantité d'azote annuelle excrétée sur prairie (PP & PT) lors des périodes de pâturages. Elle constitue une fertilisation supplémentaire et doit être prise en compte comme entrée dans le bilan des sols agricoles. On considère pour cela qu'un UGB excrète 85 kgN/an. En le multipliant par le nombre d'UGB de l'exploitation, n_{UGB} , on obtient la quantité annuelle excrétée par le troupeau, $N_{ugb_{tot}}$. Une partie de cette quantité est excrétée en étable, $N_{ugb_{ét}}$ et est connue car elle est épandue sur l'exploitation. Le reste est excrétée en pâture, $N_{ugb_{pât}}$ et peut être estimé à partir du temps de pâturage. Il est possible d'estimer $N_{ugb_{pât}}$ d'une autre manière en soustrayant $N_{ugb_{ét}}$ à $N_{ugb_{tot}}$. La similitude entre ces deux estimations renseigne sur la précision des données fournies par l'exploitant.

Les exportations animales. Toutes les sorties animales de l'exploitation doivent être connues :

- Le nombre de poules et d'œufs par an ainsi que leur poids pour les élevages aviaires.
- le nombre de vaches, génisses, veaux et la quantité de lait par an pour les élevages bovins.
- Les animaux morts sont également comptabilisés.

La fixation symbiotique de l'azote atmosphérique par les légumineuses

La fixation d'azote atmosphérique par les légumineuses, qui représente une source essentielle d'azote en agriculture biologique, est difficile à évaluer. En rupture avec de nombreuses études précédentes qui évaluaient la fixation d'azote atmosphérique à partir de taux surfaciques (kgN/ha/an) définis par type de culture et par grandes régions (e.g. Boyer et al, 2002 et références citées par ces auteurs), Carlsson & Huss-Danell (2003), en se basant sur une revue exhaustive des mesures disponibles de fixation d'azote atmosphérique par les techniques isotopiques, proposent de relier la fixation d'azote atmosphérique des cultures de légumineuses à leur production de matière sèche, ce qui permet d'expliquer la grande variabilité observée pour une même culture entre différentes années et régions climatiques.

Dans des conditions de faible fertilisation, ou en conditions de compétition avec des plantes non fixatrices d'azote, la part d'azote dans la biomasse des légumineuses issue de la fixation d'azote atmosphérique (fN_{fix}), telle qu'elle peut être directement déterminée par les mesures isotopiques (en traçage ou en marquage) est généralement élevée (70% à 90%) (Carlsson & Huss-Danell, 2003), mais tend à être plus faible aux basses productions de matière sèche, ou lors des années de semis tardif sous couvert de céréales par exemple. En agriculture traditionnelle, il est usuel de fertiliser les cultures de légumineuses au semis, pour stimuler leur croissance dans la phase de constitution du système végétatif avant la constitution des nodules accueillant les bactéries symbiotiques responsables de la fixation d'azote. De même en agriculture biologique, le semis de légumineuses sous couvert de céréales agit dans un premier temps comme une culture de couverture piégeant l'azote résiduel dont il évite le lessivage.

Ces considérations débouchent sur le modèle conceptuel suivant :

En l'absence de fertilisation importante, les légumineuses prélèveraient tout d'abord l'azote du sol, jusqu'à atteindre une biomasse critique (A, en kgN/ha), à partir de laquelle la croissance est entièrement assurée par la fixation d'azote atmosphérique. La fixation d'azote atmosphérique (Nfix, en kgN/ha/an) se calcule alors selon la relation :

$$N_{fix} = \text{MAX}(\%N * MS - A, 0) \quad (1)$$

où %N est la teneur en N de la matière sèche produite

$$\text{et } fN_{fix} = \text{MAX}(1 - A/(\%N * MS), 0) \quad (2)$$

L'ajustement de ces relations aux données compilées par Carlsson & Huss-Danell (2003) permet de déterminer la valeur de A pour la luzerne et le trèfle (Tableau 2, Fig. 14)

Tableau 2 : Valeurs des paramètres de la fixation symbiotique d'N₂ pour le trèfle et la luzerne.

		Trèfle	Luzerne	remarques
%N	Contenu en N de al matière sèche, g/100g	2.9	3	Soltner, 1979
A	Biomasse critique, kgN/ha	40	40	Par ajustement

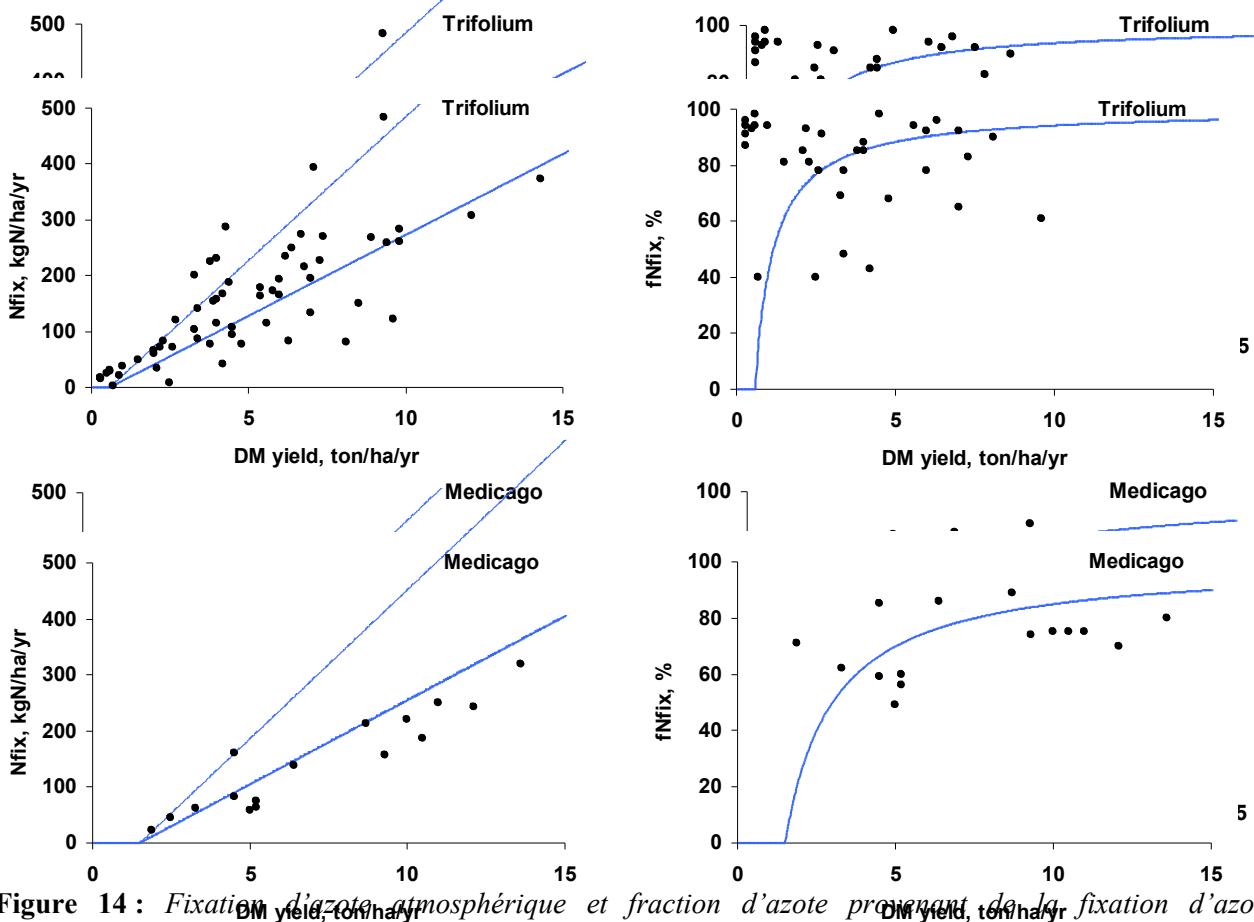


Figure 14 : Fixation d'azote atmosphérique et fraction d'azote provenant de la fixation d'azote atmosphérique en fonction de la production de biomasse (matière sèche) pour des cultures de trèfles (*Trifolium*) et de luzerne (*Medicago*). Valeurs compilées par Carlson et Huss-Danell (2003) et calculées par les relations (1), (2) et (3).

Le calcul effectué sur la base de la biomasse récoltée ne prend pas en compte la production ni des résidus de biomasse aérienne non récoltés, ni de la production racinaire, et constitue donc une sous-estimation de la fixation totale. Yang et al (2010) proposent de corriger ces estimations à l'aide des coefficients de récolte (HI, harvest index, part récoltée de la biomasse aérienne produite) et du rapport biomasse aérienne-souterraine (SRr, shoot-root ratio) :

$$\text{résidus} + \text{biom récoltée} = \text{biom récoltée} / \text{HI}$$

biom racinaire = (résidus + biom récoltée)/SRr = biom récoltée / HI /S

En définissant alf comme la fraction de la biomasse récoltée laissée dans le sol après récolte avec les résidus et les racines, on peut écrire les relations suivantes :

biom totale = biom récoltée * (1+alf)

biom totale = biom récoltée + résidus + biom racinaire = biom récoltée * (1/HI+1/HI/SRr)

et (1+ alf) = (1/HI + 1/HI/SRr)

Au final, la fixation d'azote symbiotique s'exprime par:

Nfix = (1+alf) *biom récoltée – A (3) où biom récoltée est exprimée en N

Le tableau 3 rassemble les données compilées par Yang et al (2010) de HI et SRr, et la valeur de (1-alf) correspondante pour différentes légumineuses.

Tableau 3 : Fraction récoltée (HI) et rapport de biomasse aérienne et souterraine (SRr) pour diverses cultures de légumineuses, compilées par Yang et al (2010). Les valeurs de (1+alf) et de A correspondantes sont aussi indiquées.

	HI	SRr	(1+alf)	A(kgN/ha/an)
Pois	0.47	3.85	2.65	50
Luzerne	0.9	1.65 (3)*	1.8-1.4	40
Trèfle et foin en général	0.9	3	1.4	40

* la valeur de 1.65 retenue par Yang et al est particulièrement faible. Plusieurs auteurs utilisent plutôt une valeur de 3 (e.g. Huss-Danell et al, 2007).

Les courbes de fixation totale calculées en tenant compte des parties non récoltées de la culture selon cette approche figurent également sur la Figure 14.

Par ailleurs, il est à noter que selon plusieurs auteurs, une importante fertilisation azotée inhiberait l'importance de la fixation d'azote atmosphérique chez les légumineuses qui auraient recours davantage dans ce cas au prélèvement d'azote du sol. Cet effet, mal documenté quantitativement, n'est pas pris en compte dans nos estimations qui concernent l'agriculture biologique.

Le dépôt atmosphérique d'azote

Les industries et les transports émettent de l'azote oxydé dans l'atmosphère sous forme de NO et de NO₂. Ces gaz se redéposent ensuite sur le sol, soit après transformation en acide nitrique au contact de l'eau et en formant des pluies acides soit sous forme de dépôts secs de nitrates d'ammonium (dans les fumées et poussières). Les parcelles agricoles n'étant pas épargnées par ces retombées, les dépôts atmosphériques d'azote doivent être pris en compte comme entrée à part entière dans le bilan.

L'EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) propose des estimations spatialisées de ces dépôts. Il a ainsi été possible d'obtenir des valeurs à l'échelle du département (moyennées ici par région) pour notre zone d'étude (Tableau 4).

Tableau 4 : Retombées d'azote atmosphérique par régions calculés par EMEP pour l'année 2007

Année 2007	Dépôts d'azote atmosphérique (kgN/ha/an)		
	Oxydé	Réduit	Total
Moyenne annuelle			
Basse-Normandie	6,8	10,6	17,4
Bourgogne	5,9	8,1	13,5
Bretagne	8,2	14,6	22,8
Centre	5,3	7,5	12,8
Champagne-Ardenne	6,0	7,3	13,3
Haute-Normandie	5,8	7,4	14,6
Ile-de-France	5,7	6,7	11,8
Lorraine	6,2	7,8	14,0
Nord-Pas-de-Calais	7,0	8,8	15,8
Pays de la Loire	7,1	11,0	19,8
Picardie	6,2	8,4	13,7

2.1.3. Deux types de bilans d'azote

Deux types de bilan peuvent être établis à partir des informations recueillies.

Le bilan de surface agricole (soil surface budget)

Il s'agit du bilan le plus complet et le plus complexe à réaliser car il prend en compte les flux d'azote externes et internes à l'exploitation (figure 15) :

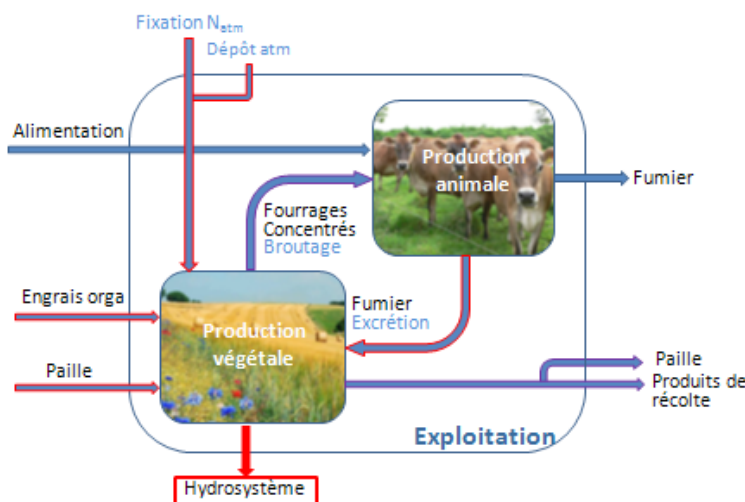


Figure 15 : Schéma d'un bilan azote de surface agricole. Les flèches rouges et bleues représentent les entrées d'azote sur la SAU et les flèches violettes et bleues les sorties. Les entrées/sorties écrites en bleu sont estimées par calcul alors que toutes les autres ont été renseignées auprès de l'exploitant. Enfin la flèche rouge représente le résultat du bilan : le surplus d'azote non valorisé par la production agricole qui peut être source de contamination environnementale (pertes hydriques et atmosphériques).

Ce bilan est celui des terres agricoles de l'exploitation : les entrées sont constituées par les apports de fertilisants, la fixation d'azote atmosphérique et les retombées, les sorties sont constituées par l'exportation de matière végétale par la récolte ou le broutage. En soustrayant l'azote quittant la SAU de l'azote contenu dans les intrants on obtient un surplus d'azote susceptible de contaminer l'environnement.

Le bilan de l'exploitation (farm gate budget)

Il est plus simple car il ne tient compte que des flux externes de l'exploitation (figure 16) : C'est sur l'exploitation dans son ensemble que se fait ce bilan. Les flux internes entre la production végétale et animale sont ignorés. Les entrées atmosphériques (fixation symbiotique et dépôt atmosphérique) sont prises en compte ainsi que les exportations. De même pour les importations d'engrais ou de paille. Seule l'alimentation animale importée qui n'était pas considérée comme entrée dans le bilan de SAU, apparaît ici.

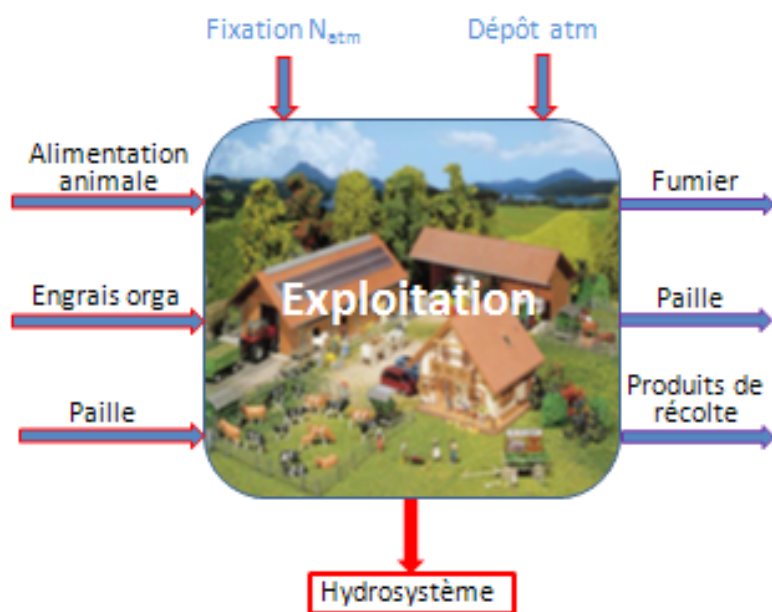


Figure 16 : Schéma d'un bilan azote d'exploitation. La légende est identique à celle de la Figure 15.

3.2. Résultats

Les caractéristiques générales et les bilans azote de toutes les exploitations visitées sont rassemblés sous forme de tableaux synthétiques en Annexe 1.

Nous avons enrichi notre échantillonnage d'exploitations visitées par les données issues du bilan des exploitations types du réseau RotAB, communiqué par la Chambre d'Agriculture de Seine et Marne, ainsi que par les données du domaine expérimental INRA de Mirecourt (Barateau et al, comm. Pers.).

3.2.1. Pratiques et Successions culturales

Une des caractéristiques principales de l'agriculture biologique est de pratiquer des rotations longues et diversifiées avec une culture de légumineuse (souvent de la luzerne) en tête d'assolement. En agriculture conventionnelle la succession de cultures sur une même parcelle ne dépasse que rarement les 3 ans (SCEES, 2005). Sur notre échantillon de 14 exploitations bio de polyculture-élevage ou de grandes cultures, les rotations durent souvent 8 à 9 ans et débutent par 2, 3 ou 4 années de légumineuses. Après avoir constitué un stock d'azote grâce à cette tête d'assolement, l'exploitant cultive une céréale d'hiver (généralement du blé) puis une céréale de printemps (dites céréale secondaire) ou un oléagineux (type lin ou tournesol), cultures moins exigeantes en terme de fertilisation. S'ensuivent souvent deux ans de protéagineux fixateurs d'azote atmosphérique (pois, féveroles ou lentilles) cultivés ou non en association avec des céréales. Enfin, la rotation se termine par une succession de 2 cultures céréalières ou oléagineuses.

La succession des grandes cultures est plus longue que celle des élevages (9-10 ans contre 6-7) et varie peu entre les exploitations (écart-type de 2,4). L'on distingue cependant les exploitations favorisant la place des légumineuses et celles privilégiant la production céréalière (Tableau 5).

Pour les exploitations pratiquant l'élevage, deux types se dégagent. D'un côté les rotations courtes dont la production de fourrage et de concentrés est destinée à nourrir le bétail. Ces exploitations privilégient l'alimentation de leur cheptel en herbe et concentrés, et visent à se passer de toute importation d'aliments pour bétail. De l'autre les successions plus longues calquées sur le modèle des grandes cultures traduisant une production destinée en majorité à l'export (Tableau 5).

Tableau 5 : Quelques exemples types de successions culturales des exploitations enquêtées. A gauche celles d'exploitation de grandes cultures et à droite celles en polyculture-élevage.

Exploit. n°2 (Picardie)		Exploit. n°7 (Centre)		Exploit. n°13 (Picardie)		Exploit. n°14 (Centre)	
Année	Culture (interculture)	Année	Culture (interculture)	Années	Culture (interculture)	Années	Culture (interculture)
1	Trèfle viol	1	Luzerne	1	Avoine ptps (Luzerne)	1	PT
2	Trèfle viol	2	Luzerne	2	Luzerne	2	PT
	Luzerne	3	Blé	3	Luzerne	3	PT
3	Blé (trèfle)	4	Orge Triticale Avoine	4	Luzerne	4	PT
4	Blé Grand épautre (trèfle)	5	Féverolle	5	Blé	5	Avoine
		6	Blé	6	Blé (Trèfle)		
5	Féverolles Lentilles	7	Orge Triticale Avoine	7	Avoine prtps Seigle Triticale Orge		
6	Blé (trèfle)	8	Tournesol Colza	8	PDT Féverolles Pois		
7	Orge Petit épautre Seigle	9	Blé	9	Céréale secondaire		

2.2.2. Rendements

L'échantillonnage dont nous disposons nous permet d'observer des rendements moyens pour différentes cultures ayant une place récurrente dans les successions de cultures biologiques (Tableau 6).

Tableau 6 : Rendements (minimum, moyen et maximum) et écart-type pour quelques cultures classiques en bio. Valeurs calculées sur 11 exploitations de notre échantillon possédant au moins une des cultures présentées ici dans leurs rotations.

Culture	Luzerne tête d'assollement	Blé post luzerne	Céréale secondaire	Protéagineux		
				Féverolle	Pois	Lentille
Rendements moyens (qx/ha)	108	46	40	35	26	14
Min (qx/ha)	65	35	30	25	20	13
Max (qx/ha)	160	68	45	54	33	15
Ecart-type (qx/ha)	32	10	4	10	6	1

Mise à part la luzerne dont les rendements semblent varier de manière considérable selon les exploitations, les écarts-types apparaissent assez faibles, ce qui s'explique par le fait que notre échantillonnage concerne essentiellement les régions très fertiles du centre du bassin parisien. On peut également noter que le rendement moyen de la céréale secondaire n'est que peu inférieur à celui du blé qui la précède.

2.2.3. Bilan de surface (soil surface budget)

Les bilans azote relatifs à la surface agricole des exploitations visitées aboutissent à des valeurs de surplus azotés présentés dans le tableau suivant (Tableau 7) :

Tableau 7 : Résultats des bilans de surface des exploitations visitées.

Exploitant	N°	Type	Fertilis tot kgN/ha/an	Export kgN/ha/an	Surplus kgN/ha/an	fix symb N2 % fertilisation	fertil organique % fertilisation
Grandes Cultures							
Mellon	1	Grandes Cultures	176	148	27	74	19
Chapitre	3	Grandes Cultures	128	73	55	82	8
Charmes	8	Grandes Cultures	135	123	12	65	27
Massart	10	Grandes Cultures	193	143	50	65	29
Levant	11	Grandes Cultures	169	137	32	67	27
Baubion	12	Grandes Cultures	184	106	78	30	64
Neaufles	13	Grandes Cultures	153	110	43	41	51
Gobard	18	Grandes Cultures	142	137	4	68	24
RotAB Cher		Grandes Cultures	165	139	25	80	13
RotAB Loiret		Grandes Cultures	123	93	30	64	29
RotAB Seine-et-Marne		Grandes Cultures	142	125	17	68	24
RotAB Essone		Grandes Cultures	150	135	15	76	16
RotAB Yvelines		Grandes Cultures	167	95	72	21	72
RotAB Maine-et-Loire		Grandes Cultures	123	93	30	33	51
Moyenne			154	118	35	60	32
Elevage							
Normand	7	Herbage-Laitier	175	131	45	27	64
Mirecourt		Herbage-Laitier	161	107	54	43	50
Beaux Cors	2	Polyculture-Elevage	147	127	20	27	64
Woronoff	4	Polyculture-Elevage	202	162	40	34	60
La Fuye	14	Polyculture-Elevage	175	174	1	55	39
Biotop	15	Polyculture-Elevage	185	155	30	45	49
Mirecourt		Polyculture-Elevage	141	131	10	45	45
Dessery	6	Polyculture-Elev-aviaire	209	138	72	23	70
Moyenne			174	140	34	37	55
Maraîchage							
Coquempot	5	Maraîchage	148	74	74	0	91
Cravent	16	Maraîchage	132	75	57	0	91
Moyenne			140	74	66	0	91

Les surplus moyens diffèrent peu entre grandes cultures (35 kgN/ha/an) et polyculture-élevage (34 kgN/ha/an) ; ils sont sensiblement plus importants pour les deux exploitations de maraîchage que nous avons visitées (66 kgN/ha/an). Le surplus maximum rencontré est de 78 kgN/ha/an et le minimum est de 1 kgN/ha/an.

2.2.4. Bilan des exploitations (farm-gate budget)

Le farm-gate budget ignore les flux internes et comptabilise les entrées et sorties à l'échelle de l'exploitation (production animale et végétale). En ce qui concerne les exploitations sans élevage, ce bilan est évidemment identique au bilan de surface. En ce qui concerne les exploitations d'élevage, le Tableau 8 rassemble les résultats de calcul de surplus à l'échelle de l'exploitation et le compare au bilan de surface.

Tableau 8 : 'Farm-gate' budget des exploitations d'élevage étudiées et comparaison avec leur bilan de surface agricole

Exploitant	N°	Type	fix N atm kgN/ha/an	achat fourrage kgN/ha/an	achat engrais kgN/ha/an	dépôt atmosph kgN/ha/an	total intrants kgN/ha/an	pts végétaux kgN/ha/an	pts animaux kgN/ha/an	total sorties kgN/ha/an	bilan exploit kgN/ha/an	bilan surf agr kgN/ha/an
Elevage												
Normand	7	Herbage-Laitier	48	32		15	95		22	22	73	45
Mirecourt		Herbage-Laitier					83			16	67	54
Beaux Cors	2	Polyculture-Elevage	40	10		13	63	9.2	22	31	32	20
Woronoff	4	Polyculture-Elevage	69		19	13	100	24	1.4	26	75	40
La Fuye	14	Polyculture-Elevage	95			12	107	42	2.4	44	62	1
Biotop	15	Polyculture-Elevage	83	18		12	112	6	13	20	93	30
Mirecourt		Polyculture-Elevage					78			22	57	10
Dessery	6	Polyculture-Elev-aviaire	48	153	67	11	279	126	45	171	108	72
Moyenne							115			44	71	34

Comme le montre aussi la figure 17, la différence observée entre le surplus du bilan d'exploitation (exprimé par ha de SAU) et celui de surface renseigne sur les pertes d'azote engendrées par les activités d'élevage proprement dites. L'essentiel des pertes liées à l'élevage est probablement constitué par la volatilisation de l'ammoniaque au niveau des bâtiments d'élevage et du stockage des effluents animaux. Cependant, des pertes hydriques à ce niveau ne sont pas à exclure. Ces pertes non liées aux sols agricoles sont, on le voit, extrêmement variables, mais représentent en moyenne une quantité équivalente à celles correspondant au surplus du bilan de surface.

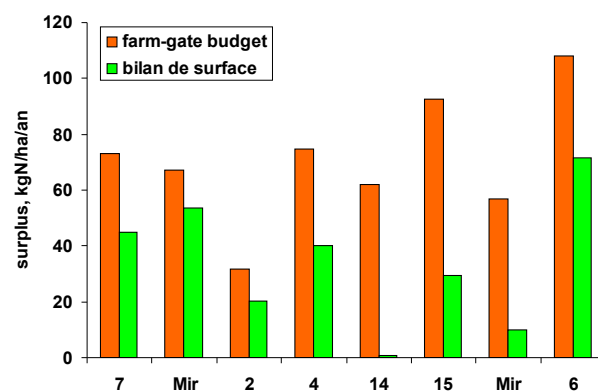


Figure 17. Comparaison du surplus du Farm-gate budget et du bilan de surface agricole des exploitations de poly-culture élevage étudiées

3.3. Discussion

3.3.1. Performances comparées de l'AB et de l'agriculture conventionnelle

Les rendements observés dans notre échantillon d'exploitations bio sont comparés dans le tableau 9 avec ceux de l'agriculture conventionnelle des mêmes régions (données Agreste, moyenne des rendements observés pour les régions Nord-Pas-de-Calais, Picardie, Champagne-Ardenne, Ile-de-France et Centre).

Tableau 9 : Rendement comparés du bio et du conventionnel pour les principales cultures bio.

Rendements moyens (qx/ha)	Luzerne tête d'assolement	Blé post luzerne	Céréale secondaire	Protéagineux		
				Féverolle	Pois	Lentille
Bio	108	46	40	35	26	14
Conventionnel	100	80	59	34	49	17
%de différence	-9	43	32	-3	47	19

Sans surprise, les rendements de la luzerne et de la féverolle, cultures légumineuses qui ne demandent pas de fertilisation sont quasiment identiques en bio et en conventionnel. Le pois et la lentille montrent cependant un rendement inférieur en bio de 47 et 19% respectivement. En ce qui concerne les céréales, les rendements dans notre échantillon d'exploitations bio sont inférieurs de 30 à 40% par rapport au conventionnel

Cette comparaison portant sur les cultures prises séparément doit être complétée par une comparaison sur l'ensemble des rotations. Dans la Figure 18, on compare le bilan production agricole vs fertilisation, pour notre échantillon d'exploitations bio d'une part, et pour l'ensemble du territoire agricole (conventionnel) des départements de notre zone d'étude d'autre part. Le bilan pour ces dernières a été évalué selon la même procédure à partir des statistiques agricoles départementales d'Agreste pour l'année 2007.

Il apparaît nettement que la fertilisation totale en bio est dans la gamme basse des fertilisations totales pratiquées en conventionnel, alors que la productivité est plutôt dans la gamme haute. C'est particulièrement vrai pour les exploitations d'élevage, qui montrent des productions sensiblement plus élevées que les exploitations conventionnelles, à fertilisation inférieures ou équivalentes. Le rendement d'utilisation de l'azote semble donc supérieur en bio qu'en conventionnel. La figure 19 où les mêmes données sont représentées en termes de surplus par rapport à la fertilisation totale illustre les mêmes conclusions.

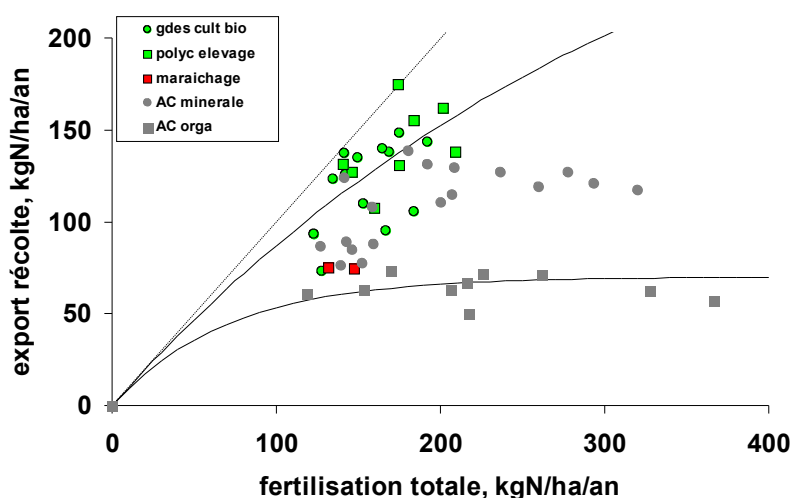


Figure 17. Relation entre la production totale des terres agricoles (exprimée par ha de SAU) et leur fertilisation totale, pour l'agriculture conventionnelle (en noir, bilan calculé d'après Agreste) et les exploitations bio enquêtées dans ce travail.

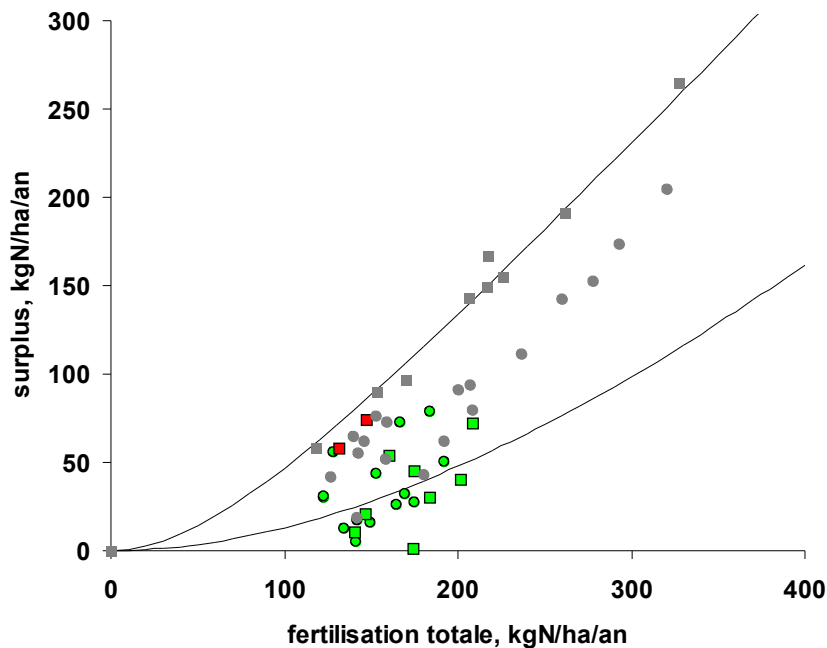


Figure 19. Relation entre le surplus d'azote apporté aux terres agricoles et (exprimée par ha de SAU) et leur fertilisation totale, pour l'agriculture conventionnelle (en noir, bilan calculé d'après Agreste) et les exploitations bio enquêtées dans ce travail.

2.3.2. Bilan d'azote et contamination nitrique : tentative de mise en relation

Dans ce qui précède nous avons utilisé l'estimation du surplus d'azote résultant du bilan des entrées (fertilisation totale incluant la fixation symbiotique d'azote et les retombées atmosphériques) et des sorties (exportation par la récolte) aux sols agricoles comme un indicateur de contamination nitrique des hydrosystèmes. Cependant, le devenir de ce surplus n'est pas uniquement lié au lessivage des sols : une partie peut rejoindre l'atmosphère par volatilisation d'ammoniac ou dénitrification, une autre peut s'accumuler dans les compartiments organiques du sol. L'accroissement de la teneur en matière organique du sol est d'ailleurs considéré comme une des caractéristiques bénéfiques de l'agriculture biologique par rapport aux pratiques de fertilisation minérale (Drinkwater et al, 1998). Toutefois, le stock d'azote organique du sol ne saurait s'accroître indéfiniment, de sorte qu'à long terme, un équilibre devrait être atteint où le surplus doit entièrement être contrebalancé par les pertes hydriques et atmosphériques.

Nous avons donc voulu tester dans quelle mesure l'estimation du surplus azoté, calculé sur une longue période supérieure ou égale au cycle complet de la rotation culturale, permet de définir, au moins par excès, une concentration de lessivage. L'approche consiste à considérer que tout le surplus est susceptible d'être entraîné par la lame d'eau écoulée (infiltration et écoulements de subsurface) en négligeant donc aussi bien les processus de pertes atmosphériques que l'accumulation d'azote organique du sol. Le quotient du surplus azoté à la lame d'eau écoulée fournirait ainsi une estimation maximale de la concentration en nitrate sous-racinaire.

Un certain nombre d'études permettent de tester la validité de cette approche (Tableau 10). Il s'agit de situations où sont renseignés à la fois le bilan d'azote d'une parcelle ou d'un groupe de parcelles agricoles et la concentration en nitrate sous-racinaire. Des forages réalisés dans la craie de Champagne, où les flux infiltrés transitent pratiquement par écoulement piston sur plusieurs dizaines de mètres, offrent de ce point de vue des informations très précieuses sur les concentrations résultant des pratiques agricoles des parcelles sus-jacentes (études réalisées par F. Chiesi pour le compte de l'AESN et à Thibie). Des informations du même type existent en Haute Normandie (Arnaud et Baran, 2009), quoique les résultats en soient rendus plus complexes par la présence d'une couche de limon au-dessus de la craie. Des mesures en lysimètre offrent évidemment des informations semblables (mesures de Germon à Châlons sur Marne) ainsi que celles des

parcelles équipées de bougies poreuses régulièrement suivies (comme par Barataud *et al.*, *in prep*, à Mirecourt).

Dans l'ensemble, ces données valident largement l'approche proposée (Figure 19). Les concentrations nitriques estimées à partir du surplus et de la lame d'eau écoulée sont le plus souvent très proches et toujours supérieures aux concentrations effectivement mesurées. Il est caractéristique aussi que les cas où la concentration de lessivage est le plus fortement surestimée par notre approche correspondent soit à des systèmes herbagers (les prairies permanentes sont susceptibles d'accumuler de grandes quantités d'azote organique dans le sol), soit à des situations où l'usage systématique de cultures intermédiaires pièges à azote favorise la séquestration de matière organique dans le sol, comme l'ont montré plusieurs auteurs (Mary *et al.*, 2002 ; Berntsen *et al.*, 2006; Constantin *et al.*, 2009). Remarquons d'ailleurs que les systèmes d'agriculture biologiques, utilisant largement des apports au sol de matière organique stable (composts, fumier pailleux, engrais verts...) conduisent à l'accroissement du stock de matière organique du sol. Cet accroissement est susceptible de séquestrer une partie du surplus azoté.

Tableau 10. Synthèse des résultats de mesures permettant de comparer le surplus azoté et la concentration de lessivage.

Site	Fertilisation	Interculture	Exportation	Surplus	Lame drainante	cNO3 théor.	cNO3 obs.	Référence
	kgN/ha/an		kgN/ha/an	kgN/ha/an	mm/an	mgN/l	mgN/l	
Champ-Ardenne								
								Chiesi <i>et al.</i> , 2011.
CC1	288	N	213	75	225	33	19	
CC2	198	N	149	49	225	22	22	
CC3	166	N	130	36	225	16	15	
CB1	162	O	124	39	225	17	19	
CB2	179	O	89	90	225	40	29	
Thibie								
								Briffaux, 2009
Th1	235.3	N	172	64	225	28	23	
Th2	191.4	N	161	31	225	14	15	
Th7	234	O	171	63	225	28	6	
Th8	193.2	O	163	30	225	13	15	
Allée	13.3	O		13	225	6	1.2	
Haute Normandie								
								Arnaud & Baran 2009
Goderville 1976-82	177.3	N	94	83	470	18	14	
Mousseaux 1981-90	179.3	N	82	97	470	21	20	
Mousseaux 1963-80	202.5	N	140	63	470	13	15	
Mirecourt								
								Barataud <i>et al.</i> <i>in prep</i>
SPCE bio	141	O	131	10	300	3	4.5	
SH bio	160	H	107	53	300	18	2	
S conventionnel	248	O	115	133	313	42	4	
Lys Chalons								
								Germon, pers com.
Lys 12	155	N	102	53	136	39	38.5	
Lys 9	139	N	89	50	140	36	20.5	
Lys 10	134	N	82	52	160	33	25.7	

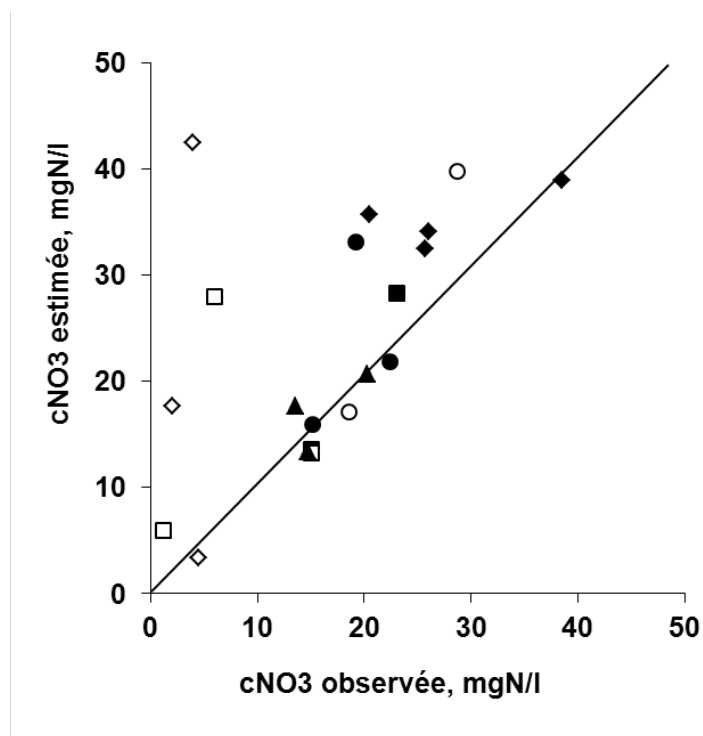


Figure 19. Concentrations nitriques sous racinaires calculées à partir du surplus azoté et de la lame d'eau drainante, comparées aux concentrations effectivement observées. Les symboles ouverts représentent des systèmes herbagers ou des situations où des cultures pièges à azote sont systématiquement intercalées dans les rotations.

Il est donc légitime de calculer une valeur de concentration nitrique à partir du surplus estimé du bilan d'azote de chaque exploitation échantillonnée, ainsi que pour les bilans de l'agriculture conventionnelle réalisés par département à partir des données d'Agreste (tableau 11). Cette concentration représente la valeur moyenne maximale des flux infiltrés vers les aquifères. Nous avons utilisé pour ce calcul la lame d'eau moyenne écoulee annuellement de chaque département estimée à partir des stations renseignées dans la Banque Hydro (www.hydro.eaufrance.fr) sur la période des dix dernières années

La disparité géographique de l'importance de la lame d'eau écoulee (qui varie de près de 150 mm en Eure-et-Loir à plus de 800 mm dans les Vosges) joue un rôle très important dans la détermination de la concentration en nitrate. Un surplus important peut ainsi être dilué dans un flux d'eau considérable et aboutir à une concentration nitrique assez faible (dans les Vosges par exemple), tandis que le même surplus produira une concentration beaucoup plus forte avec une lame d'eau plus faible (comme en Eure-et-Loir).

Ce ne sont donc pas forcément les exploitations présentant les plus faibles surplus qui ont les plus faibles concentrations de lessivage. Seul un tiers des exploitations bio enquêtées produisent une eau dont la teneur en nitrate est inférieure ou proche de la norme de potabilité de 11 mgN/l (50 mgNO₃/l). Pour les autres, dont les concentrations nitriques calculées dépassent largement cette norme, il faut rappeler que l'estimation du lessivage peut être surestimée dans la mesure où les pratiques incluent quasi-systématiquement des cultures intermédiaires piège à azote, de sorte qu'une part du surplus est susceptible d'accroître le stockage d'azote organique du sol.

Enfin la comparaison des performances des exploitations bio avec celles des exploitations conventionnelles des mêmes départements est sans équivoque : les eaux de lessivage moyennes des exploitations conventionnelles ont en moyenne une concentration nitrique largement supérieure à celles de la plupart des exploitations bio enquêtées.

Tableau 11. Calcul à partir du surplus d’N du sol d’une concentration en NO₃ des eaux de lessivage. Les valeurs pour le conventionnel sont issues des surplus moyens du bilan départemental calculé à partir des données 2007 d’Agreste.

Exploitant	N°	département	lame écoulé mm	exploitations biologiques		agr conventionnelle	
				Surplus kgN/ha/an	con NO3 mgN/l	Surplus kgN/ha/an	con NO3 mgN/l
Grandes Cultures							
Mellon	1	60 Oise	286.9	27	10	61	21
Chapitre	3	60 Oise	286.9	55	19		
Charmes	8	51 Marne	218.2	12	5		
Massart	10	51 Marne	218.2	50	23	152	70
Levant	11	51 Marne	218.2	32	15		
Baubion	12	28 Eure et Loir	183.4	78	43	142	77
Neaufles	13	28 Eure et Loir	183.4	43	24		
Gobard	18	77 Seine & Marne	158.5	4	3	43	27
RotAB Cher		18 Cher	204.3	25	12		
RotAB Loiret		45 Loiret	139.1	30	21	51	37
RotAB Seine-et-Marne		77 Seine & Marne	158.5	17	11	43	27
RotAB Essone		91 Essone	139.9	15	11		
RotAB Yvelines		78 Yvelines	245.9	72	29		
RotAB Maine-et-Loire		49 Maine et Loire	203.7	30	15	90	44
Moyenne				35	17		43
Elevage							
Normand	7	59 Nord	287.1	45	16	91	32
Mirecourt	Mir	88 Vosges	290	54	18		
Beaux Cors	2	60 Oise	286.9	20	7		
Woronoff	4	02 Aisne	266.5	40	15	79	30
La Fuye	14	28 Eure et Loir	183.4	1	0	142	77
Biotop	15	28 Eure et Loir	183.4	30	16		
Mirecourt	Mir	88 Vosges	290	10	3		
Dessery	6	59 Nord	287.1	72	25	91	32
Moyenne				34	13		43
Maraîchage							
Coquempot	5	62 Pas de Calais	169.2	74	44	93	55
Cravent	16	78 Yvelines	245.9	57	23		
Moyenne				66	33		45

4. Conclusions

Le présent travail a permis tout d'abord d'observer la place occupée aujourd'hui par l'agriculture biologique dans le paysage agricole du Nord de la France. Même si le nombre d'exploitations bio est en constante croissance depuis quelques années, la part de SAU bio en France n'était que de 3% à la fin de l'année 2010, et de grandes disparités existent entre départements, avec un pourcentage sensiblement plus faible que la moyenne nationale en Ile-de-France, Picardie, Nord-Pas-de-Calais et Champagne-Ardenne. Alors qu'on aurait pu penser que les exploitations bio reposent en majorité sur l'équilibre traditionnel entre agriculture et élevage, mieux à même d'assurer la fertilisation organique, la réalité est assez différente, et un grand nombre d'exploitations de grandes cultures bio sans élevage existent, reposant essentiellement sur la fertilisation par des engrais verts issus de cultures de légumineuses. Ce type d'exploitations domine dans le centre du bassin parisien, où les exploitations d'élevage biologiques sont pratiquement absentes, alors qu'on les rencontre en masse dans le Grand-Ouest et la périphérie Est de la zone étudiée. La spécialisation géographique des productions animales et végétales biologiques semblent donc suivre les mêmes tendances régionales que l'agriculture conventionnelle avec une prédominance des cultures céréalières au centre et des élevages à l'Ouest. Le bio se distingue cependant une plus grande diversité des cultures, un poids plus important laissé aux prairies et des exploitations de taille généralement plus modestes.

Le second volet de cette étude visait à calculer les surplus azotés de 18 exploitations biologiques de notre zone d'étude enquêtées au cours du stage, comme indicateur du risque de contamination azotée de l'hydrosystème. Pour ce faire il a été réalisé pour chacune d'entre elles des bilans azote de la surface agricole et de l'exploitation dans son ensemble. Les résultats obtenus ont montré que le deuxième type de bilan aboutit à un surplus beaucoup plus important, traduisant des pertes d'azote considérables au niveau des bâtiments d'élevage et du stockage des déjections.

En comparant les performances des deux types de pratiques agricoles, on s'aperçoit que mise à part pour les cultures de légumineuses ne nécessitant pas de fertilisation, les rendements en bio d'une même culture sont inférieurs de 20 à 50% à ceux obtenus en conventionnel (40% pour le blé).

Toutefois, en comparant sur l'ensemble des rotations, la production végétale des exploitations bio est supérieure ou égale à celle des exploitations conventionnelles moyennes malgré un niveau plus faible de fertilisation totale (Fig. 17), particulièrement en ce qui concerne les exploitations de polyculture-élevage, ce qui traduit une meilleure efficacité de l'utilisation de l'azote. Les surplus azotés des bilans de surface en agriculture biologique sont donc nettement inférieurs à ceux du conventionnel.

Nous avons pu par ailleurs mettre en évidence la relation existant entre ce surplus azoté du bilan des sols agricoles et la concentration nitrique dans la lame d'eau drainante. Il apparaît clairement que les eaux de lessivage produites par les exploitations bio visitées sont potentiellement deux fois moins riches en nitrates que celles du conventionnel dans les mêmes départements, même si cette concentration reste souvent supérieure à la norme de potabilité de 11 mgN/l.

L'impact positif du développement de l'agriculture biologique sur la qualité des eaux (en termes de contamination nitrique) est donc avéré. Mais les concentrations en nitrate toujours importantes montrent que même si l'efficacité de la fertilisation organique du bio semble supérieure à celle minérale pratiquée en conventionnel, des efforts doivent être poursuivis pour limiter la fertilisation totale et/ou pour accroître l'efficacité d'utilisation de cette fertilisation.

Nos conclusions restent bien évidemment limitées par la faible taille de notre échantillonnage d'exploitations enquêtées. Mais la méthodologie que nous avons testée et mise au point apparaît tout à fait généralisable et parfaitement adaptée à l'objectif qui était le nôtre de comparer les performances de l'agriculture biologique avec celles de l'agriculture conventionnelle en termes de pollution azotée.

Références

Agence bio. (2010). L'agriculture biologique chiffres clés. Guide.

Arnaud, L. et Baran, N. (2009). Détermination des vitesses de transfert de l'eau et des nitrates dans la zone non saturée de l'aquifère crayeux en Haute Normandie BRGM-RP-57828-FR.

Benoît, M. & Larramendy, S. (2003). Agriculture biologique et qualité des eaux : Depuis des observations et enquêtes à des tentatives de modélisation en situation de polyculture – élevage. INRA de Mirecourt.

Bergstrom, L. & Krischmann, H. (1999). Leaching of total nitrogen from nitrogen-15-labeled poultry manure and inorganic nitrogen fertilizer. *J. Environ. Qual.*, 28, 1283-1290.

Berntsen, J., Olesen J.E., Petersen, B.M., Hansen, E.M. (2006). Long-term fate nitrogen uptake in catch crops. *Europ. J. Agronomy.* 25: 383-390.

Billen, G., Barles, S., Chatzimpiros, P., Garnier, J. (2011). Grain, meat and vegetables to feed Paris: where did and do they come from? Localising Paris food supply areas from the eighteenth to the twenty-first century. *Regional Environmental Changes.* DOI 10.1007/s10113-011-0244-7.

Billen, G., Garnier, J., Silvestre, M., Thieu, V., Barles, S.; Chatzimpiros, P. (subm). Localising the nitrogen imprint of Paris food supply: the potential of organic farming and changes in human diet. Submitted to *Biogeosciences.*

Boyeldieu, J. (1980). Les cultures céréalières. Hachette.

Boyer, E.W., Goodale, C.L., Jaworski, N.A., Howarth, R.W.. (2002). Anthropogenic nitrogen sources and relationships to riverine nitrogen export in the northeastern U.S.A. *Biogeochemistry.* 57:137–169.

Briffaux, G. (2009). Limiter le lessivage des nitrates. Essai longue durée AREP site de Thibie (Marne), Résultats acquis de 1991 à 2008. AREP, Châlons en Champagne.

Caplat, J. (2006). Mise en place et analyse d'une collecte de données agro-environnementales sur les pratiques de l'agriculture biologique. Etude financée par le MEDED, FNAB, Paris.

Carlsson, G. & Huss-Danell, K. (2003). Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil.* 253: 353–372.

Chiesi, F., (2011). Acquisition de données sur les pertes en azote nitrique sous différents systèmes culturaux en Champagne crayeuse. Adéquat-Environnement. Etude réalisée pour le compte de l'AESN, direction territoriale Vallée de Marne.

Commissariat général au développement durable, Service de l'observation et des statistiques. (2010). L'environnement en France. pp 1-138.

Constantin, J., Mary, B., Laurent, F., Beaudoin, N. (2009). Effets des cultures intermédiaires, de la réduction de la fertilisation et du non travail du sol sur le bilan d'azote sur 3 expérimentations de longue durée. Rapport PIREN-Seine 2009.

Direction de l'eau du ministère de l'écologie et du développement durable. (2003). Pollutions de l'eau d'origine agricole. Brochure.

Drinkwater, L.E., Wagoner, P., Sarrantonio, M. (1998). Legume-based cropping systems have reduced carbon and nitrogen losses. *Nature*, 396 : 262-265.

Girardin, P. & Sardet, E. (2003). Evaluation de l'impact sur les eaux des prescriptions du

cahier des charges de l'Agriculture Biologique. INRA de Colmar.

Huss-Danell, K., Chaia, E., Carlsson, G. (2007). N₂ fixation and nitrogen allocation to above and below ground plant parts in red clover-grasslands. *Plant and Soil*. 299: 215-226.

Huyghe, C. (2005). Prairies et cultures fourragères en France. Edition INRA.

Keller, F. (2007). Politique de l'eau, la France au milieu du gué. Rapport d'information fait au nom de la Commission des finances, du contrôle budgétaire et des comptes économiques de la Nation sur le pilotage de la politique de l'eau. Rapports du Sénat n° 352.

Leclerc, B. (2001). Guide des matières organiques, tome 2. 2^{ème} édition. Institut Technique de l'Agriculture Biologique.

Mary, B., Laurent, F., Beaudoin, N. (2002). La gestion durable de la fertilisation azotée. Proceedings of the 65th IIRB Congress. Brussels (BE).13-14 February. pp. 59-65.

Mignolet, C., Schoot, C., Benoît, M. (2007). Spatial dynamics of farming practices in the Seine basin: Methods for agronomic approaches on a regional scale. *Science of the Total Environment*. 373: 13-32.

Miquel, G. (2003). La qualité de l'eau et l'assainissement en France. Rapport de l'OPECST n° 215.

Powelson, D.S., Poulton, P.R., Addiscott, T.M., McCann, D.S. (1989) Leaching of nitrate from soils receiving organic or inorganic fertilizers continuously for 135 years. In: *Nitrogen in Organic Wastes Applied to Soils* (Eds J.A. Hansen and K. Henriksen), Academic Press, London, pp. 334-345.

SCEES. (2005). Enquête Teruti. Ministère de l'agriculture. Études foncières n° 116.

Scheller, E. & Vogtmann, H. (1995). Case studies on nitrate leaching in arable fields of organic farms. *Biological Agriculture and Horticulture*. 11: 91-102.

Koepf, H., (1973). Organic management reduces leaching of nitrate. *Biodynamics* 108 : 20-30.

Schott, C. (2009). Agriculture du bassin de la Seine. Programme PIREN-SEINE.

Soltner, D. (1979). Alimentation des animaux domestiques. Annexe : Tables de rationnement des bovins, des ovins et des porcs. Collection Sciences et techniques agricoles.

Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H. (2000). La composition des aliments, Tableau des valeurs nutritives. 6^{ème} édition. Medpharm.

Thieu, V., Billen, G., Garnier, J., Benoît, M. (2011). Nitrogen cycling in a hypothetical scenario of generalised organic agriculture in the Seine, Somme and Scheldt watersheds. *Regional Environmental Changes*. 11: 359-370.

Thieu, V., Garnier, J., Billen, G. (2010). Assessing the effect of nutrient mitigation measures in the watersheds of the Southern Bight of the North Sea. *Science of the Total Environment*. 408: 1245–1255.

Yang, J.Y., Drury, C.F., Yang, X.M., De Jong, R., Huffman, E.C., Campbell, C.A., Kirkwood, V. Estimating biological N₂ fixation in Canadian agricultural land using legume yields *Agriculture. Ecosystems and Environment*. 137 : 192–201.

Annexe : Bilans azote des exploitations biologiques enquêtées.

1. EARL Mellon

Villotran (Oise)
 francois.mellon@wanadoo.fr
 Plateau du Pays de Theil
 Visite le 9.3.2011 GB/TM



Exploitation

Grandes Cultures
 SAU : 127 ha dont 5ha bois, 12 ha verger conventionnel, 5ha prairie = 105 ha bio
 Limons, silex, argile

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
1	15	Luzerne			11	273	exporté
2	15	Luzerne			11	273	exporté
3	15	Blé			5.8	113	exporté
			<i>trèfle</i>		2.5	92	engr vert
4	8	Orge		15T/ha fumier	5	75	exporté
	7	Maïs		15T/ha fumier	6	94	exporté
5	5	Féverolles			2.5	146	exporté
	5	Pois			2.5	94	exporté
	5	Lentilles			1.5	39	exporté
6	15	Triticale		120u/ha	5 + 3paille	125	exporté
			<i>trèfle</i>	ou vinasse	2.5	92	engr vert
7	15	Orge			4.5	75	exporté

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
1	15	Luzerne	342		12.6	355	273
2	15	Luzerne	342		12.6	355	273
3	15	Blé			12.6	13	110
		<i>trèfle</i>	61			61	
4	8	Orge		108	12.6	121	45
	7	Maïs				0	44
5	5	Féverolles	55		12.6	67	49
	5	Pois	37			37	31
	5	Lentilles	15			15	13
6	15	Triticale		120	12.6	133	125
		<i>trèfle</i>	61			61	
7	15	Orge			12.6	13	76
total	105		130	32.6	12.6	176	148
		% inputs	74	19	7	100	

surplus, kgN/ha/an **27**

infiltration, mm 287
 conc NO3, mgN/l 9.5

2. EARL des Beaux Cors

60380 Bazancourt (Oise)

François & Claire Bossy bossyfr@wanadoo.fr 03 44 82 32 64

Pays de Bray

Visite le 9.3.2011 GB/TM



Exploitation

Polyculture élevage laitier conversion en 1998

SAU : 85 ha dont 20 ha STH

65 vaches laitières quota 350 000 L/an

Argile/limon

Production végétale

Successions culturales

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
prairies permanentes				pâturage génisses			
	20	PP(rayg-trèflebl)		15Tfumier/ha/an	6.5	150	autoconsommé
rotation 1: parcelles accessibles au pâturage (VL)							
1	7	PT (avoine foin)			6.5	104	autoconsommé
2	7	PT (avoine foin)			6.5	104	autoconsommé
3	7	PT (avoine foin)			6.5	104	autoconsommé
4	7	PT (avoine foin)			6.5	104	autoconsommé
5	7	Orge			6	101	autoconsommé
rotation 2: parcelles inaccessibles au pâturage							
1	6	PT (avoine luz)		15Tfumier/ha/an	6.5	153	autoconsommé
2	6	PT (avoine luz)		15Tfumier/ha/an	6.5	153	autoconsommé
3	6	PT (avoine luz)		15Tfumier/ha/an	6.5	153	autoconsommé
4	6	Orge	<i>moutarde</i>	15Tfumier/ha/an	6	101	autoconsommé
5	6	pois/tritic/vesce		15Tfumier/ha/an	6	192	autoconsommé vente 260q

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	déject patur kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
prairies permanentes (pâturage génisses)								
	20	PP(rayg-trèflebl)	56	75	77	12.6	221	150
rotation 1: parcelles accessibles au pâturage								
1	7	PT (avoine foin)			99	12.6	111	104
2	7	PT (avoine foin)			99	12.6	111	104
3	7	PT (avoine foin)			99	12.6	111	104
4	7	PT (avoine foin)			99	12.6	111	104
5	7	Orge				12.6	13	101
rotation 2: parcelles inaccessibles au pâturage (VL & génisses)								
1	6	PT (avoine luz)	73	75		12.6	161	133
2	6	PT (avoine luz)	73	75		12.6	161	133
3	6	PT (avoine luz)	73	75		12.6	161	133
4	6	Orge			75	12.6	88	101
5	6	pois/tritic/vesce	153	75		12.6	240	192
total	85		40	44	51	12.6	147	127
		% input	26.9	30.1	34.4	8.6		
							surplus, kgN/ha/an	20
							infiltration, mm	287
							conc NO3, mgN/l	7

Bilan du troupeau

composition troupeau

	nb	UGB	UGB/SAU
vache laitières	65	65	60 naissances/an
veaux & génisses <1an	20	8	vente de 40 veaux à 8 j
génisses 1-2 ans	20	12	-
génisses 2-3 ans	20	16	vente de 4 génisses/an
total		101	1.2

sorties viande

	nb	kg vif	kgN/an
vaches	20	12000	156
veaux vendus ou morts	45	1800	23.4
génisses 2-3 ans vendu	4	1920	24.96
total			204.4

sortie lait

	L/an	kgN/an
produit	336000	
consommé par les veaux	20000	
exporté	316000	1675

total sorties

1879

excrétion

	ton/an	kgN/an
théorique (85 kgN/UGB/an)	1717	8585
fumier recolté T/an	750	3750
excrété sur prairies (6m/an)	859	4293
total	1609	8043

entrées fourrage

	tonMS/an	kgN/an	rdmt
besoins théoriques		10464	0.18
foin produit	429	8666	
foin acheté	36	288	
orge produit		1313	
pois/triticales/vesce		1152	
paille achetée	120	600	
total		11419	
dont broutage (6m/an)		5232	

3. Ferme du Chapitre (Agnès Champault)

1, rue du Château, Eve (60 Oise)

leschambio@wanadoo.fr

tel 03.44.60.52.05

Visite le 11.3.2011 GB/TM

Exploitation

Grandes Cultures en AB depuis 1969

SAU : 192 ha dont 9ha prairie non productive

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
1	26	trèfle violet			9.8	207	engr. vert
2	13	Luzerne			11	273	exporté
	13	trèfle violet			9.8	207	engr. vert
3	26	Blé meunier		farine viande ou vinasse 24 u/ha	4.7	89	exporté
			<i>trèfle blanc</i>		2.5	73	engrais vert
4	13	Gd épautre		farine viande ou vinasse 24 u/ha	4.7	89	exporté
					4	92	
5	11	Féverolles			2.6	104	exporté
			15	Lentilles			1.4
6	26	Blé				farine viande ou vinasse 24 u/ha	4.7
				<i>trèfle blanc</i>		2.5	73
7	10	Orge			2.3	38	exporté
	8	pt épautre			2	46	exporté
	9	Seigle			2.2	36.3	exporté

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
1	26	trèflev	250		12.6	263	-
2	13	luzerne	171			184	136
	13	trèflev	125		12.6	125	-
3	26	blé meunier	-	24		37	89
		trèflev	62		12.6	62	-
4	13	Gd epautre	-			13	46
	13	2è ble	-	24	12.6	24	45
5	11	féverolles	45			57	44
	15	lentilles	21		12.6	21	21
6	26	blé	-	24		37	89
		trèflev	62		12.6	62	-
7	10	orge	-			13	14
	8	pt épautre	-			-	14
	9	seigle	-		12.6	-	12
total	183		105	10	12.6	128	73
		% inputs	82	8	10	100	

surplus, kgN/ha/an **55**

infiltration, mm 286.9
conc NO3, mgN/l 19.3

4. EARL Woronoff

11 rue des Briards, Brie (02 Aisne)

MWORONOFF@HOTMAIL.COM

tel 03.23.20.91.46

Visite TM

Exploitation

Polyculture Elevage, 265 ha SAU

65 Vaches allaitantes (Blondes d'Aquitaine)

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
prairies permanentes et temporaires non tournantes (pâturage)							
	82.7	PP (RGA, luz)			5.0	115	brouté
rotation							
1	20	PT (avoine luz)			4.5	106	vendu
2	20	PT (luz)			4.5	112	bétail
3	20	PT (luz)			4.5	112	bétail
4	20	PT (luz)			4.5	112	bétail
5	20	blé		3T/ha vinas + 10,3T/ha fumier	3.5	67	vendu
6	20	blé		3T/ha vinas + 10,3T/ha fumier	3.5	67	vendu
			trèfle blanc		2.5	73	
7	7.5	Avoine ptps		2 T vinasse + 2,3 T/ha fumier	3	56	bétail
	2.5	Avoine Hiver		10,3 T/ha fumier	5	93	bétail
	4.5	Triticale		10,3 T/ha fumier	4.5	100	vendu
	4.5	Seigle		10,3 T/ha fumier	4.5	74	vendu
	1	Orge		10,3 T/ha fumier	4.0	67	bétail
8	10	PDT		15 T compost + 3 T vinasse	26.0	86	vendu
	8.5	Pois		-	2	75	vendu
	1.5	Feverolle		-	3	130	vendu
9	11	Avoine ptps		2 T vinasse + 10,3 T/ha fumier	3	56	bétail
	3.5	Avoine Hiver		2 T vinasse + 10,3 T/ha fumier	5	93	bétail
	2.4	Seigle		10,3 T/ha fumier	4.5	74	vendu
	2.4	Triticale		10,3 T/ha fumier	4.5	100	vendu
	0.7	Orge		10,3 T/ha fumier	4	67	bétail

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	déject patur kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
prairies permanentes et temporaires non tournantes (pâturage)								
	82.7	PP (RGA, luz)			90	12.9	143	115
rotation								
1	20	PT (avoine luz)			90	12.9	157	106
2	20	PT (luz)				12.9	129	112
3	20	PT (luz)				12.9	129	112
4	20	PT (luz)				12.9	129	112
5	20	blé		142		12.9	154	67
6	20	blé (trèfleblanc)		142		12.9	217	67
7	7.5	Avoine ptps		111.5		12.9	124	56
	2.5	Avoine Hiver		62			114	93
	4.5	Triticale		51.5			52	100
	4.5	Seigle		51.5			52	74
	1	Orge		51.5			52	67
8	10	PDT		198		12.9	211	86
	8.5	Pois		65.3			65	75
	1.5	Feverolle		142			142	130
9	11	Avoine ptps		111.5		12.9	124	56
	3.5	Avoine Hiver		51.5			52	93
	2.4	Seigle		51.5			52	74
	2.4	Triticale		51.5			52	100
	0.7	Orge		51.5			52	67
total	262.7		68.7	85.0	35.3	12.9	201.7	161.6
		% input	34	42	17	6		

surplus, kgN/ha/an 40

infiltration, mm 266.5
conc NO3, mgN/l 15

Bilan du troupeau

composition troupeau

	nb	UGB	UGB/ha SAU
taureaux	2	2	
chevaux	30	24	
vache allaitantes	65	81	63 naissance:
veaux & génisses <1an	25	13	vente de 38 ve
génisses et bovins 1-2 ans	25	19	-
génisses et bovins 2-3 ans	25	25	vente de 15 g
total		164	0.6

sorties viande

	nb	kg vif	kgN/an
vaches	10	7500	98
veaux vendus ou morts	40	11490	149
génisses 2-3 ans vendues	15	6750	88
taureaux	0.3	270	4
chevaux	5	2400	31
total			369

sortie lait

	L/an	kgN/an
produit		
consommé par les veaux		
exporté	0	0

total sorties

369

excrétion

	ton/an	kgN/an
théorique (85 kgN/UGB/an)	2780	13898
fumier récolté T/an	1056.4	4533.08
excrété sur prairies (8m/an)	1853	9265
total	2909	13798

entrées fourrage

	tonMS/an	kgN/an
besoins théoriques	2853	14267
broutage (8m/an)		9511
foin bétail PT		6720
orge produit (conso)	6.8	114.24
Avoine	85.5	1368

total

17713

5. EARL Les champs d'Ialou (Cocquempot)

43 rue de Monneville, Bours (62 Pas de Calais)
 leschampsdialou@nordnet.fr
 06 69 49 11 97

Exploitation

Maraîchage 3ha ; conversion AB 127 ha
 50 Poules pondeuses

Production végétale

Succession culturale et ITK

surfaces (ha)	cultures	interculture	engrais	rdmt kg	rdmt t/ha	rdmt kgN/an	devenir
	PDT	-	granulés + fientes	5500		18.15	AMAP + gare
0.12	Carottes	-	granulés	3000	25	9	AMAP + gare
	Tomates	-	granulés	4800		14.4	AMAP + gare
	Poireaux	-	granulés	1890		5.67	AMAP + gare
0.012	Oignons	-	granulés	250	20.8	0.75	AMAP + gare
0.012	Echalottes	-	granulés	125	10.4	0.375	AMAP + gare
	choux rouge	-	granulés + fientes	3080		9.24	AMAP + gare
	choux blanc	-	granulés + fientes	1680		5.04	AMAP + gare
	choux frisé	-	granulés + fientes	1400		4.2	AMAP + gare
	choux de bruxell	-	granulés + fientes	910		2.73	AMAP + gare
	choux romanesco	-	granulés + fientes	315		0.945	AMAP + gare
	brocolis	-	granulés + fientes	819		2.457	AMAP + gare
	batavia	-	granulés	1260		3.78	AMAP + gare
	poirée (bette ou bli)	-	granulés	80		0.24	AMAP + gare
0.013	navets	-	granulés	600	47	1.8	AMAP + gare
	Fenouille	-	granulés	147		0.441	AMAP + gare
	Melon	-	granulés	900		2.7	AMAP + gare
	Aubergines	-	granulés	250		0.75	AMAP + gare
	Poivrons	-	granulés	500		1.5	AMAP + gare
	Concombres	-	granulés	1500		4.5	AMAP + gare
0.010	Epinards	-	granulés	100	10.4	0.3	AMAP + gare
	Artichauts	-	granulés	400		1.2	AMAP + gare
	Cardons	-	granulés	500		1.5	AMAP + gare
	Fraises	-	granulés	3500		10.5	AMAP + gare
	Courges	-	granulés	36000		108	AMAP + gare
	Ciboules	-	granulés	720		2.16	AMAP + gare
	Mesclun	-	granulés	60		0.1806	AMAP + gare
0.012	Betteraves	-	granulés	500	41.7	1.5	AMAP + gare
	Céleris rave	-	granulés	2500		7.5	AMAP + gare
	Céleris branché	-	granulés	280		0.84	AMAP + gare

Bilan des surfaces agricoles

	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
total	0	135	12.9	148	74
% input		91.3	8.7		
				surplus (kgN/ha/an)	74
				infiltration, mm	169.2
				conc NO3, mgN/l	43.6

6. EARL Dessery

3 route du marais, Wasnes au Bac (59 Nord)
03 27 35 10 30 / 06 75 86 59 20

Exploitation

30ha SAU, conversion en 2003
Volailles et œuf
3800 Volailles

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
prairies permanentes							
	2	PP			5	115	Broyé (peu fertile)
Verges							
	1	ommes, poires, coings			12	33	exporté
1	3	PT (Luz/Dactyle)			9	225	exporté (bovins)
2	3	PT (Luz/Dactyle)			9	225	exporté (bovins)
3	4	PT (Luz/Dactyle)			9	225	exporté (bovins)
4	3	Blé		-	8	152	exporté (bétail)
			moutarde	-	-	-	Broyé
5	5	PDT		4 T fumier (60 %bovin + 40 %poule)+ vinasse	35	115.5	Exporté
6	4	Blé		10T fumier (60%bovin+40%poules)+ 3T vinasse	6	110	Autoconsommé
	1	Racine d'endive		-	25	75	Exporté
7	4	Triticale		10Tfumier(60%bovin+40%poules)+3Tvinasse	5	111.5	Exporté

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	déject patur kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
prairies permanentes								
	2	PP	30		81	15	126	0
	1	Verges			81	15	96	33
1	3	PT (Luz/Dactyle)	137		81	15	233	225
2	3	PT (Luz/Dactyle)	137		81	15	233	225
3	4	PT (Luz/Dactyle)	137		81	15	233	225
4	3	Blé				15	15	152
5	5	PDT		280		15	295	116
6	4	Blé		242.4		15	257	88
	1	Racine d'endive				15	15	15
7	4	Triticale		242.4		15	257	112
total	30		48	111	35	15	209	138
		% input	23	53	17	7		
							surplus	72
							infiltration, mm	287
							conc NO3, mgN/l	25

Bilan de l'élevage

composition du cheptel aviaire

	nb	UGB
Poules pondeuses	3800	33.06
total		33.06

sorties	nb	kg vif	kgN/an
poules mortes	200	400	5.2
œufs	1026000	55404	1330
total			1335

excrétion	ton/an	kgN/an
théorique (85 kgN/UGB/an)	92	2810
excrété sur prairies		1054
récolté	54	1756
total		2810

entrées fourrage	tonMS/an	kgN/an
besoins théoriques		4145
Aliments	165	4594

7. EARL Normand

10 rue Dompierre, Taisnières-en-Thiérache (59 Nord)
03 27 59 46 33

Exploitation

Elevage laitier
56ha SAU, conversion en 2001
76 UGB Holstein, Montbéliarde et Normandes

Production végétale

Succession culturale et ITK

Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
prairies permanentes						
36			10 T/ha	6	139	autoconsommé
20	PP (rayg-trèflebl)		compost	5	115	autoconsommé

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	déject patur kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
prairies permanentes								
	36	rayg-trèflebl	52	44.8	67	15.1	179	89
	20	rayg-trèflebl	40	44.8	67	15.1	167	41
total	56		47.7	44.8	67	15.1	175	131
	% input		27	25.5	38.2	8.6	surplus, kgN/ha/an	45
							infiltration, mm	287.1
							conc NO3, mgN/l	16

Bilan de l'élevage

composition troupeau

	nb	UGB	UGB/ha SAU	
vaches laitières	40	40		40 naissance
veaux & génisses <1an	20	8		vente de 18 ve
génisses 1-2 ans	20	12		-
génisses 2-3 ans	20	16		
total		76	1.35714286	

sorties viande

	nb	kg vif	kgN/an
vaches	16	9600	125
veaux vendus ou morts	20	800	10
génisses 2-3 ans vendues	1	480	6
total			141

sortie lait

	L/an	kgN/an
produit	230000	1196
consommé par les veaux	20000	104
exporté	210000	1092

total sorties

1233

excrétion

	ton/an	kgN/an
théorique (85 kgN/UGB/an)	1292	6460
fumier récolté T/an	560	2800
excrété sur prairies (7m/an)	754	3768
total	1314	6568

entrées fourrage

	tonMS/an	kgN/an
besoins théoriques		7693
foin produit	316	7311
concentré acheté	12	192
foin acheté	70	1624
total		9127
dont broutage		4488

8. EARL des Charmes

La Bertonnerie, Prunay, (51 Marne)
03.26.49.10.02

Exploitation

Grandes cultures
63ha SAU, conversion en 1979

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
1	5.25	Luzerne			14.0	347	exporté
2	5.25	Luzerne			14.0	347	exporté
3	5.25	Blé hiver			3.0	57	exporté
			moutarde		-	-	exporté
4	5.25	Blé ptps		moyenne 54 u	4.0	76	exporté
5	2.625	Lentillon		moyenne 54 u	0.6	16.2	exporté
	2.625	Seigle			2.0	33	exporté
6	5.25	Avoine ptps		moyenne 54 u	6.0	112	exporté
7	5.25	Gd Epautre		moyenne 54 u	3.3	75	exporté
8	5.25	Jachère			-		exporté
9	4.25	Triticale		moyenne 54 u	4.5	100	exporté
	1	Pois			4.5	169	exporté
10	5.25	Moutarde (condiment)		moyenne 54 u	1.0	36.3	exporté
11	5.25	Blé Hiver		moyenne 54 u	4.0	76	exporté
12	5.25	Orge ptps	couvt luzerne	moyenne 54 u	4.5	191	exporté

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
1	5.25	Luzerne	446		11.2	457	347
2	5.25	Luzerne	446		11.2	457	347
3	5.25	Blé hiver	-	-	11.2	11	76
		(moutarde)	-	-		-	-
4	5.25	Blé ptps	-	54	11.2	65	76
5	2.625	Lentillon	0	54	11.2	65	8.1
	2.625	Seigle	-			-	17
6	5.25	Avoine ptps	-	54	11.2	65	112
7	5.25	Gd Epautre	-	54	11.2	65	75
8	5.25	Jachère	-		11.2	11	-
9	4.25	Triticale		54	11.2	65	81
	1	Pois	38			38	32
10	5.25	moutarde	-	54	11.2	65	36.3
11	5.25	Blé Hiver	-	54	11.2	65	76
12	5.25	Orge ptps	122	54	11.2	187	191
total	63		88	36	11.2	135	123
		% inputs	65.0	26.7	8.3	100.0	

surplus, kgN/ha/an 12

infiltration, mm 218.2
conc NO3, mgN/l 5.5

10. EARL Massart

Route des Sept Saulx, Vivay (51 Marne)
03 26 03 97 90 / 06 20 13 21 43

Exploitation

Grandes cultures, céréales et protéagineux
150ha SAU, 130 ha AB depuis 2000

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
1	14.5	Luzerne			12	298	
2	14.5	Luzerne			12	298	
3	14.5	Luzerne			12	298	
4	14.5	Blé d'hiver		75 u (vinasse)	4	76	exporté
			moutarde				enagr. vert
5	14.5	Orge		75 u (vinasse)	4	64	exporté
6	8	Colza		64 u (farine viande)	2	70	exporté
	6.5	Tournesol		64 u (farine viande)	3	73	exporté
7	14.5	Blé		75 u (vinasse)	4	76	exporté
8	10	Lentillon			1	27	exporté
	4.5	Seigle		75 u (vinasse)	2.25	37	exporté
9	14.5	Blé		75 u (vinasse)	4	76	exporté

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
1	14.5	Luzerne	377		11.2	388	298
2	14.5	Luzerne	377		11.2	388	298
3	14.5	Luzerne	377		11.2	388	298
4	14.5	Blé d'hiver	-	75	11.2	86	76
		moutarde	-			0	-
5	14.5	Orge	-	75	11.2	86	64
6	8	Colza	-	64	11.2	75	39
	6.5	Tournesol	-	64		64	33
7	14.5	Blé	-	75	11.2	86	76
8	10	Lentillon	-2		11.2	11	19
	4.5	Seigle	-	75		75	12
9	14.5	Blé	-	75	11.2	86	76
total	130.5		125	56	11.2	193	143
		% inputs	65	29	6		
						surplus, kgN/ha/an	50
						infiltration, mm	218
						conc NO3, mgN/l	23

11. EARL du Levant

7 rue du Levant, Somme-Suippe (51 Marne)

03.26.70.09.61

earldulevant@wanadoo.fr

Exploitation

Grandes cultures

180ha SAU, AB depuis 2001

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
1	15	Luzerne			12	298	exporté
2	15	Luzerne			12	298	exporté
3	15	Luzerne			12	298	exporté
4	15	Blé d'hiver		1T (farine viande)	4	76	exporté
			moutarde				enagr. vert
5	15	Blé ptps		1T (farine viande)	4	76	exporté
6	10	Lentillon			1	27	exporté
	5	Seigle			1	17	exporté
7	15	Blé		1T (farine viande)	4	76	exporté
8	15	Tournesol / colza		800 kg (farine viande)	2	70	exporté
9	15	Blé d'hiver		1T (farine viande)	4	76	exporté
10	15	Avoine		800 kg (farine viande)	4.5	84	exporté

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
1	15	Luzerne	377		11.2	388	298
2	15	Luzerne	377		11.2	388	298
3	15	Luzerne	377		11.2	388	298
4	15	Blé d'hiver	-	81	11.2	92	76
		moutarde	-			0	-
5	15	Blé ptps	-	81	11.2	92	76
6	10	Lentillon	-1		11.2	11	18
	5	Seigle	-			0	6
7	15	Blé	-	81	11.2	92	76
8	15	Tournesol / cc	-	64.8	11.2	76	70
9	15	Blé d'hiver	-	81	11.2	92	76
10	15	Avoine	-	64.8	11.2	76	84
total	150		113	45	11.2	169	137
		% inputs	67	27	7		
						surplus, kgN/ha/an	32
						infiltration, mm	218.2
						conc NO3, mgN/l	14.7

12. EARL Baubion

20 Grand Rue, Serville (28 Eure et Loir)
02.37.43.26.46

Exploitation

Céréalière
140ha SAU, AB depuis 1999

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais u/ha/an	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
1	15.5	Luzerne		40 (déchets verts)	7	174	exporté (animaux)
2	15.5	Luzerne		40 (déchets verts)	7	174	exporté(animaux)
3	15.5	Blé		-	5	86	exporté
4	5.0	Orge		70 (fientes poules)	4	67	exporté (brasserie)
				105 (fientes poules)	4,5 + 3 paille		exporté
	5.0	Triticale		70 fientes poules	4 + 2,7 paille	116	exporté
5	5.5	Avoine				88	
	8.5	Féverolle		-	4	140	exporté
	6.0	PDT		70 (granulés guano)	15	50	vente marché
	0.5	Oignons		79,8 (granul guano)	11	33	vente marché
	0.5	Echalottes		79,8 (granul guano)	6	18	vente marché
6	15.5	Blé		52.5	5	86	exporté
7	5.0	Orge		70 (fientes poules)	4	67	exporté
	5.0	Triticale		105 (fientes poules)	4,5 + 3 paille	116	exporté
	5.5	Avoine		70 fientes poules	4 + 2,7 paille	88	exporté
8	7.5	Tournesol		35	2.25	65	exporté
	8.0	Colza		140	2	70	exporté
9	15.5	Blé		52.5	4.5	86	exporté

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
1	15.5	Luzerne	203	40	11.6	255	174
2	15.5	Luzerne	203	40	11.6	255	174
3	15.5	Blé	-	-	11.6	12	86
4	5.0	Orge	-	70		82	22
	5.0	Triticale	-	105	11.6	105	37
	5.5	Avoine	-	70		70	31
5	8.5	Féverolle	86	-		97	77
	6.0	PDT	-	70		70	19
	0.5	Oignons	-	70	11.6	70	1
	0.5	Echalottes	-	70		70	0.6
6	15.5	Blé	-	52.5	11.6	64	86
7	5.0	Orge	-	70		82	22
	5.0	Triticale	-	105		105	37
	5.5	Avoine	-	70	11.6	70	31
8	7.5	Tournesol	-	35		47	32
	8.0	Colza	-	140	11.6	140	36
9	15.5	Blé	-	52.5	11.6	64	86
total	139.5		55	117.8	11.6	184	106
		% inputs	29.7	64.0	6.3	100	

surplus, kgN/ha/an 78

infiltration, mm 183.4
conc NO3, mgN/l 42.8

13. EARL des Neaufles

2 rue de la Libération Marsauceux (28 Eure et Loir)
02.37.43.76.56

Exploitation

Céréalière
153ha SAU, AB depuis 1999

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	culture	Surface (ha)	interculture	engrais u/ha/an	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
1	Luzerne	11	-	54 (déch verts)	6.5	161.2	exporté (chèvres)
2	Luzerne	11	-	54 (déch verts)	6.5	161.2	exporté (chèvres)
3	Luzerne	11	-	54(déch verts)	6.5	161.2	exporté (chèvres)
4	Blé (s/ luzerne)	11	-	54	5,25+3 paille	168.8	exporté (meunier)
5	Colza	11	-	213	2.1	73.5	exporté
6	orge ptps	11	-	106.5	4 + 3 paille	82.5	exporté
7	féverolle	11	-	-	3	120.0	exporté (animaux)
8	Blé	11	-	141.5	4,35 + 3 paille	98.0	exporté (meunier)
9	Tournesol	11	-	54	2.6	75.4	exporté
10	Pois	11	-	-	3.6	135.4	exporté (animaux)
11	Blé	11	-	141.5	4,35 + 3 paille	98.0	exporté (meunier)
12	lentilles	11	-	-	1.35	36.5	exporté (animaux)
13	Blé	11	-	141.5	4,35 + 3 paille	98.0	exporté (meunier)
14	orge d'hiver	11	-	141.5	3 + 3 paille	65.7	exporté

Bilan des surfaces agricoles

année	culture	Surface (ha)	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
1	Luzerne	11	186	54	11.6	251	161
2	Luzerne	11	186	54	11.6	251	161
3	Luzerne	11	186	54	11.6	251	161
4	Blé (s\ luzerne)	11	35	-	11.6	47	169
5	Colza	11	-	213	11.6	225	74
6	orge ptps	11	-	107	11.6	118	83
7	féverolle	11	128	-	11.6	140	120
8	Blé	11	-	142	11.6	153	98
9	Tournesol	11	-	54	11.6	66	75
10	Pois	11	150	-	11.6	161	135
11	Blé	11	-	142	11.6	153	98
12	lentilles	11	11	-	11.6	23	36
13	Blé	11	-	142	11.6	153	98
14	orge d'hiver	11	-	142	11.6	153	66
total		154	63	78.7	11.6	153	110
	% inputs		41	51	8	100	

surplus, kgN/ha/an 43

infiltration, mm 183.4
conc NO3, mgN/l 23.7

14. EARL La Fuye

Les Hayes de Barville, Les Etilleux (28 Eure et Loir)

06.62.90.31.20 / 02.37.29.12.62

avesneperche@gmail.com

Exploitation

Polyculture-Elevage

145ha SAU, AB depuis 1996

65 vaches allaitantes Limousines

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
prairies permanentes pâturées (pas de fauche)							
	13	PP			8	163	pâturé
rotation							
1	26.4	PT (trèflebl, RGA)			8	204	vendu
2	26.4	PT (trèflebl, RGA)			8	204	autoconsommé
3	26.4	PT (trèflebl, RGA)			8	204	autoconsommé
4	26.4	PT (trèflebl, RGA)			8	204	autoconsommé
5	26.4	Avoine			8 (paille+grain)	97	oconsommé + ve

Bilan des surfaces agricoles

	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	déject patur kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
prairies permanentes pâturées (pas de fauche)								
	13	PP	63	0	74	11.6	149	148
rotation								
1	26.4	PT (trèflebl, RGA)	123	0	0	11.6	135	196
2	26.4	PT (trèflebl, RGA)	123	0	74	11.6	209	196
3	26.4	PT (trèflebl, RGA)	123	0	74	11.6	209	196
4	26.4	PT (trèflebl, RGA)	123	0	74	11.6	209	196
5	26.4	Avoine	0	114	0	11.6	125	97
total	145		95	21	47	11.6	175	174
		% inputs	55	12	27	7	100	

surplus, kgN/ha/an 1

infiltration, mm 183.4

conc NO3, mgN/l 0

Bilan de l'élevage

composition troupeau

	nb	UGB	UGB/ha SAU
taureaux	2	2	
vache allaitantes	65	65	65 naissances/an
veaux & génisses < 1 an	30	12	vente de 30 veaux
génisses et bovins 1-2 ans	30	18	-
génisses et bovins 2-3 ans	30	24	vente de 15 génisses/an
total		121	0.8

sorties viande

	nb	kg vif	kgN/an
vaches	35	21000	273
veaux vendus ou morts	35	6125	80
taureaux	0.3	180	2
total			355

sortie lait

	L/an	kgN/an
produit		
consommé par les veaux		
exporté	0	0

total sorties

355

excrétion

	ton/an	kgN/an
théorique (85 kgN/UGB/an)	2057	10285
fumier recolté T/an	600	3000
excrété sur prairies (8m/an)	1371	6857
total	1971	9857

entrées fourrage

	tonMS/an	kgN/an
besoins théoriques	2128	10640
PP		2119
foin produit PT		21586
foin vendu des PT	300	14736
foin bétail PT + PP		8969
Avoine		2357
total		11326
dont broutage (6m/an)		7093

15. EARL Biotop (Raymont)

Le Boel, Chapelle-Royale (28 Eure et Loir)
02 37 49 32 95, earlbiotop@aol.fr

Exploitation

Polyculture-Elevage, 105ha SAU, AB depuis 2000
60 vaches laitières normandes

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
prairies permanentes pâturées (pas de fauche)							
	23	PP			4	115	autoconsommé
rotation 1: parcelles accessibles au pâturage							
1	4.5	PT (trèflebl, RGA)			4	123	autoconsommé
2	4.5	PT (trèflebl, RGA)			4	123	autoconsommé
3	4.5	PT (trèflebl, RGA)			4	123	autoconsommé
4	4.5	PT (trèflebl, RGA)			4	123	autoconsommé
5	4.5	PT (trèflebl, RGA)			4	123	autoconsommé
6	4.5	Méteil fourrage		25 T fumier frais	8	163	autoconsommé
rotation 2: parcelles inaccessibles au pâturage							
1	5.5	Luzerne, Dactyle			10	310	
2	5.5	Luzerne, Dactyle			10	310	
3	5.5	Maïs ensilage		40 T fumier frais	9	162	ensilage
4	5.5	Blé			4	76	vendu
5	5.5	Méteil fourrage		25 T fumier frais	8	163	autoconsommé
6	5.5	Trèfle violet			8	213	
7	5.5	Trèfle violet			8	213	
8	5.5	Maïs ensilage		40 T fumier frais	9	162	ensilage
9	2.5	Orge			4	67	autoconsommé
	3	Blé			4	76	vendu
10	5.5	Méteil fourrage		25 T fumier frais	8	163	autoconsommé

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	déject patur kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
prairies permanentes (pas de fauche)								
	23	PP(rayg-trèflebl)	40		231	11.6	283	115
rotation 1: prairies temporaires								
1	4.5	PT	66			11.6	78	123
2	4.5	PT	66			11.6	78	123
3	4.5	PT	66			11.6	78	123
4	4.5	PT	66			11.6	78	123
5	4.5	PT	66			11.6	78	123
6	4.5	Méteil	38	125		11.6	174	163
rotation 2								
1	5.5	Luzerne, Dactyle	262			11.6	274	310
2	5.5	Luzerne, Dactyle	262			11.6	274	310
3	5.5	Maïs	-	200		11.6	212	162
4	5.5	Blé	-			11.6	12	76
5	5.5	Méteil	38	125		11.6	174	163
6	5.5	Trèfle violet	258			11.6	269	213
7	5.5	Trèfle violet	258			11.6	269	213
8	5.5	Maïs	-	200		11.6	212	162
9	2.5	Orge	-				12	31
	3	Blé	-			11.6	0	41
10	5.5	Méteil	38	125		11.6	174	163
total	105		83	39	51	11.6	185	155
		% inputs	45	21	27	6	100	
							surplus, kgN/ha/an	30
							infiltration, mm	183.4
							conc NO3, mgN/l	16

Bilan de l'élevage

composition troupeau

	nb	UGB	UGB/ha SAU
taureaux	2	2	
vaches laitières	60	60	60 naissances/an
veaux & génisse	25	10	
génisses 1-2 an:	25	15	
génisses 2-3 an:	25	20	
total		107	1

sorties viande

	nb	kg vif	kgN/an
taureaux	0.5	300	3.9
vaches	23	13800	179
veaux vendus ou	26	1300	17
génisses 2-3 an:	3	1440	19
total			215

sortie lait

	L/an	kgN/an
produit	290000	1508
consommé par les veaux	20000	104
exporté	270000	1404

total sorties**1619****excrétion**

	ton/an	kgN/an
théorique (85 kgN/UGB/an)	1819	9095
fumier récolté T/an		4138
excrété sur prairies (7m/an)	1061	5305
total	1061	9443

entrées fourrage

	tonMS/an	kgN/an
besoins théoriques	2143	10714
foin produit		5411
orge produit		76
maïs produit		1134
méteil produit		2520
Trèfle		2343
foin acheté	100	1856
total		13340
dont broutage (7m/an)		6250

16. EARL Les Légumes de Cravent

24 rue Mojart, Cravent (78, Yvelines)
01 34 76 13 57

Exploitation

Maraichage, 3ha SAU, AB depuis 2004

Production végétale

Succession culturale et ITK

Surface (ha)	cultures	interculture	engrais u/ha/an	rdmt t/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
0.300	PDT	-		20	66	AMAP
0.200	Carottes	-		25	75	AMAP
0.060	Tomates	-		60	180	AMAP
0.200	Poireaux	-		45	135	AMAP
0.200	Haricots	-		20	60	AMAP
0.173	Betteraves	-		30	90	AMAP
0.173	Radis	-		10	30	AMAP
0.173	Topinambour	-		30	90	AMAP
0.173	Choux rave	-	60 t déchets	30	90	AMAP
0.173	Courgettes	-	verts sur 3 ha	30	90	AMAP
0.300	Oignons	-	soit 20 t/ha	20	60	AMAP
0.200	Salades	-		16	48	AMAP
0.020	Aubergines	-		40	120	AMAP
0.020	Poivrons	-		40	120	AMAP
0.020	Concombre	-		32	96	AMAP
0.200	Courges	-		20	60	AMAP
0.173	Céleris rave	-		35	105	AMAP
0.250	Pommiers	-		12	33	AMAP

Bilan des surfaces agricoles

Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
0.300	PDT	-	120	12.2	132.2	66
0.200	Carottes	-	120	12.2	132.2	75
0.060	Tomates	-	120	12.2	132.2	180
0.200	Poireaux	-	120	12.2	132.2	135
0.200	Haricots	-	120	12.2	132.2	60
0.173	Betteraves	-	120	12.2	132.2	90
0.173	Radis	-	120	12.2	132.2	30
0.173	Topinambour	-	120	12.2	132.2	90
0.173	Choux rave	-	120	12.2	132.2	90
0.173	Courgettes	-	120	12.2	132.2	90
0.300	Oignons	-	120	12.2	132.2	60
0.200	Salades	-	120	12.2	132.2	48
0.020	Aubergines	-	120	12.2	132.2	120
0.020	Poivrons	-	120	12.2	132.2	120
0.020	Concombre	-	120	12.2	132.2	96
0.200	Courges	-	120	12.2	132.2	60
0.173	Céleris rave	-	120	12.2	132.2	105
0.250	Pommiers	-	120	12.2	132.2	33
total	3.010	0	120	12.2	132	75
	% inputs	-	91	9	100	

surplus, kgN/ha/an **57**

infiltration, mm 245.9
conc NO3, mgN/l 23.4

18 EARL Gobard

77120 Aulnoy (77 Seine et Marne)

Ferme de Chantemerle

leschampsdialou@nordnet.fr

09.50.66.81.32

Exploitation

Grandes Cultures

SAU : 68 ha en bio (conversion en 2009)

Production végétale

Succession culturale et ITK

année	Surface (ha)	culture	interculture	engrais	rdmt tonMS/ha	rdmt kgN/ha/an	devenir
1	8.75	Luzerne			8.5	211	exporté ou engrais vert
2	8.75	Luzerne			8.5	211	engrais vert ou exporté
3	8.75	Blé			6.8	129	
			<i>moutarde/sarasin</i>				exporté
4	8.75	Lin			5.5	165	exporté
5	8.75	Blé			5.4	103	
			<i>moutarde/sarasin</i>				exporté
6	8.75	Féverolles			5.4	216	exporté
7	8.75	Blé			6.1	116	
			<i>moutarde/sarasin</i>				exporté
8	8.75	triticale			7.1	158	exporté

Bilan des surfaces agricoles

année	Surface (ha)	culture	fixN kgN/ha/an	engrais kgN/ha/an	dépôt atm kgN/ha/an	entrées kgN/ha/an	sorties kgN/ha/an
1	8.75	Luzerne	255		11.3	266	211
2	8.75	Luzerne	255		11.3	266	0
3	8.75	Blé		90	11.3	101	129
4	8.75	Lin			11.3	11	165
5	8.75	Blé		90	11.3	101	103
6	8.75	Féverolles	262		11.3	274	216
7	8.75	Blé		90	11.3	101	116
8	8.75	triticale			11.3	11	158
total	70		97	34	11.3	142	137
	% input		68.2	23.8	8		

surplus, kgN/ha/an 4

infiltration, mm 158.5
conc NO3, mgN/l 2.8