

ÉLABORATION DE RÉFÉRENTIELS AGRONOMIQUES LOCAUX ET D'INDICATEURS DE SUIVI DES
PRATIQUES AGRICOLES DANS LE PÉRIMÈTRE DU *SCHÉMA D'AMÉNAGEMENT ET DE GESTION
DES EAUX (SAGE) RANCE FRÉMUR BAIE DE BEAUSSAIS*

Par
Sarah Antoina

Essai présenté au Centre universitaire de formation
en environnement et développement durable
UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sous la direction de Monsieur Michel Perron

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT
Cheminement de type cours en gestion de l'environnement et
de la biodiversité intégrée à la gestion des territoires,
double diplôme avec l'Université de Montpellier (France)

Juillet 2016

SOMMAIRE

Mots-clés : bassin versant breton, fuites de nitrates, pratiques agricoles, fertilisation, qualité de l'eau, indicateurs de suivi, références agronomiques locales, Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

L'objectif de cet essai est d'élaborer des outils afin de connaître, comprendre et suivre les fuites de nitrates d'origine agricole dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais. Les outils sont de deux catégories : des références agronomiques locales et des indicateurs de suivi. Le premier type d'outils doit permettre aux exploitants d'adapter leurs pratiques agricoles en fonction du contexte pédoclimatique, afin de réduire l'impact négatif sur les fuites de nitrates. Le second type d'outils a pour but d'évaluer la situation des fuites de nitrates à l'échelle du bassin versant. Ces indicateurs ont pour objectif de suivre les pratiques agricoles en lien avec les fuites de nitrates et de suivre l'état des milieux aquatiques pour ce paramètre chimique.

Avant de proposer des outils adaptés, il est nécessaire de comprendre les enjeux liés aux nitrates sur le territoire étudié. Une bonne connaissance du territoire s'accompagne de connaissances théoriques indispensables sur les mécanismes responsables des fuites de nitrates. Ces mécanismes sont influencés par plusieurs facteurs en interaction : les facteurs environnementaux et les facteurs humains. Pour les facteurs environnementaux, plusieurs projets scientifiques spécifiques sont en œuvre sur le territoire pour mieux les appréhender. Concernant les facteurs humains, plusieurs dispositions politiques et réglementaires les encadrent, encourageant les bonnes pratiques, de gré ou de force. Parmi elles, la Directive Nitrates en vigueur dans l'Union européenne depuis 1991 fait figure de proue. À l'échelle locale, le SAGE révisé de la Rance, du Frémur et de la baie de Beaussais a été approuvé par arrêté préfectoral et est en application depuis décembre 2013. Ce document a pour but d'atteindre le bon état écologique des eaux. Plusieurs dispositions concernent le monde agricole et certaines d'entre elles ciblent spécifiquement la réduction des fuites d'azote. L'essai vise à mettre en œuvre deux d'entre elles, l'orientation de gestion n°17 (Élaboration de référentiels agronomiques locaux) et la disposition n°39 (Connaître et suivre la pression azotée et les pratiques agricoles).

La thématique des pollutions liées à l'azote alimente les revues scientifiques et techniques depuis plus de 15 ans, avec une quantité importante d'outils préconisés qui s'ajoutent les uns aux autres. Or pour une mise en œuvre efficace sur le territoire, il est nécessaire de restreindre ce nombre : ce qui implique une sélection méthodique des outils les plus pertinents pour satisfaire l'objectif de l'essai. Au total, une dizaine de références agronomiques locales sont répertoriées et huit indicateurs de suivi sont proposés. Un tableau de bord a été élaboré afin de faciliter l'articulation et l'interprétation des indicateurs.

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur Yves Chesnais et Monsieur Dominique Ramard pour m'avoir permis de réaliser mon stage de fin d'études au sein de la Commission Locale de l'Eau du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais.

Je remercie Anne Legeay pour avoir cru en mes capacités. Elle a su me pousser dans mes retranchements, m'obligeant à dépasser mes limites. Son accompagnement et ses conseils avisés ont été précieux pour le déroulement du stage et pour l'élaboration de cet essai.

Je souhaite remercier chaleureusement Typhaine Berthou, Alice Landais et Thérèse Bouleau pour leur sympathie, leur disponibilité et leur soutien.

Je remercie Michel Perron pour son implication et pour avoir dirigé mon essai avec patience. Malgré la distance France – Québec et le décalage horaire, il a su se rendre disponible lors des moments difficiles et m'a encouragée efficacement jusqu'à la fin.

Merci également à Judith Vien et à Catherine Moulia, sans qui ce parcours universitaire transatlantique n'aurait vu le jour. Durant ces deux années de maîtrise, elles ont toujours été bienveillantes et ont su trouver les mots encourageants lors des moments de doutes.

Mon essai n'aurait probablement pas été le même sans mes colocataires Mylène, Marion, Véronique qui ont su m'écouter et me conseiller tout au long de cette aventure.

Je remercie mes camarades de l'AMEUS pour les doutes et les joies partagées. Au Québec, comme en France, ils sont pour certains devenus l'équivalent d'une seconde famille.

Je désire remercier ma famille sans qui je ne serais pas celle que je suis devenue aujourd'hui. Leur soutien a toujours été infaillible et inconditionnel.

Enfin, je remercie Romain, pour son amour à toute épreuve, sa patience et ses encouragements. Il a été ma bulle d'oxygène dans les moments difficiles.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1 TERRITOIRE ET SENSIBILITÉ AUX FUITES DE NITRATES DANS LE PÉRIMÈTRE DU SAGE RANCE FRÉMUR BAIE DE BEAUSSAIS	4
1.1 Contexte pédoclimatique et fuites de nitrates.....	4
1.1.1 Caractéristiques hydrographiques du bassin versant	4
1.1.2 Climat breton et conséquences sur les fuites d'azote	10
1.1.3 Propriétés pédologiques et dynamique des nitrates	12
1.1.4 État des milieux aquatiques	14
1.2 Activités agricoles dans le bassin versant et fuites de nitrates	18
1.2.1 Données agricoles disponibles.....	18
1.2.2 Surface agricole utile et exploitations.....	18
1.2.3 Principaux élevages du bassin versant.....	20
1.2.4 Surfaces cultivées	23
1.2.5 Agriculture et fuites d'azote	24
2 RÉGLEMENTATIONS ET POLITIQUES RELATIVES À L'AZOTE	26
2.1 Dispositions communautaires.....	26
2.1.1 Actes juridiques communautaires	26
2.1.2 Premières directives portant sur la gestion et la qualité de l'eau.....	26
2.1.3 Directive Nitrates et zones vulnérables	27
2.1.4 Directive Cadre sur l'Eau (DCE).....	28
2.1.5 Politique agricole commune (PAC)	29
2.2 Réglementation nationale	30
2.2.1 Lois fondatrices de la politique de l'eau en France	31
2.2.2 Code de l'environnement et nitrates.....	32
2.2.3 Programme d'action national de la Directive Nitrates	33
2.3 Politiques régionales.....	33
2.3.1 SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021	34
2.3.2 Programme d'action régional de la Directive Nitrates	36

2.3.3	Référentiel régional pour l'équilibre de la fertilisation azotée en Bretagne	38
2.4	À l'échelle locale	38
2.4.1	SAGE Rance Frémur baie de Beaussais	38
2.4.2	Contrats territoriaux	39
3	OUTILS ADAPTÉS POUR CONNAÎTRE, COMPRENDRE ET SUIVRE LES FUITES DE NITRATES D'ORIGINE AGRICOLE DANS LE BASSIN VERSANT	41
3.1	Méthode de travail	41
3.1.1	Définition des types d'outils	41
3.1.2	Recherches bibliographiques	42
3.1.3	Concertation avec les acteurs du territoire	42
3.1.4	Consolidation des connaissances	43
3.2	Références agronomiques locales	43
3.2.1	Références pédoclimatiques	44
3.2.2	Références agricoles	45
3.2.3	Référence pour l'animation dans le bassin versant	46
3.3	Indicateurs de suivi des fuites de nitrates	47
3.3.1	Résultats des recherches	47
3.3.2	Choix des critères et classement	48
3.3.3	Indicateurs portant sur la fertilisation	52
3.3.4	Indicateurs portant sur la dynamique de l'azote du sol	57
3.3.5	Indicateurs portant sur les transferts d'azote hors des parcelles	62
3.3.6	Tableau de bord de suivi	65
	CONCLUSION	69
	RÉFÉRENCES	71
	BIBLIOGRAPHIE	77
	ANNEXE 1 - ORIENTATION DE GESTION N°17 ET DISPOSITION N° 39 DU SAGE RFBB	78
	ANNEXE 2 - CYCLE DE L'AZOTE	79
	ANNEXE 3 - CARTE DU PÉRIMÈTRE DU SAGE RFBB	80
	ANNEXE 4 - RÉSULTATS DU RESEAU RSH 2015	81

ANNEXE 5 - CARTES LITHOLOGIQUE ET PÉDOLOGIQUE	82
ANNEXE 6 - AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES MÉTHODES DE COLLECTE DE DONNÉES EN AGRICULTURE	83
ANNEXE 7 - SURFACES AGRICOLES DU RPG 2014.....	84
ANNEXE 8 - DÉTAIL DES GROUPES CULTURAUX DU RPG	85
ANNEXE 9 - RÉFÉRENCES POUR LE CALCUL DES FUITES D'AZOTE INCOMPRESSIBLES SOUS LES ROTATIONS	86

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1.1 Localisation du SAGE RFBB en Bretagne	4
Figure 1.2 Bassins hydrographiques français (métropole) et SAGE RFBB	5
Figure 1.3 Réseau hydrographique et relief du SAGE RFBB	6
Figure 1.4 Masses d'eau dans le périmètre du SAGE RFBB.....	7
Figure 1.5 Zones humides inventoriées dans le périmètre du SAGE RFBB	8
Figure 1.6 Organisation des bassins versants du SAGE RFBB	9
Figure 1.7 Diagrammes ombrothermiques de St-Brieuc, Dinard et Rennes pour la période 1981-2010 ...	10
Figure 1.8 Lamme drainante moyenne selon les précipitations entre septembre et avril 1997-2009	11
Figure 1.9 État écologique des masses d'eaux superficielles du bassin versant en 2014	15
Figure 1.10 Qualité des cours d'eau et atteinte de l'objectif Nitrates du SAGE RFBB en 2014	16
Figure 1.11 Localisation et types de marées vertes de 2007 à 2014.....	17
Figure 1.12 Fractions d'azote valorisable par type d'effluents d'élevage.....	21
Figure 2.1 Cycles de gestion de la DCE	29
Figure 2.2 Captages sensibles aux nitrates	35
Figure 2.3 ZAR dans le périmètre du SAGE RFBB.....	37
Figure 3.1 Représentation de l'approche Pression/État/Réponse dans le cas des pollutions provenant des activités agricoles	48
Figure 3.2 Organigramme de la stratégie d'identification des indicateurs	50
Figure 3.3 Thématiques choisies en fonction du cycle de l'azote	51
Figure 3.4 Tableau de bord des indicateurs de suivi.....	66
Tableau 1.1 Surface agricole utile et nombre d'exploitations en 2010.....	19
Tableau 1.2 Effectifs des cheptels présents sur le territoire	20
Tableau 1.3 Densités animales selon l'échelle considérée.....	20
Tableau 1.4 Pressions azotées en 2013-2014.....	22
Tableau 1.5 Assolement dans le périmètre du SAGE RFBB en 2014	23
Tableau 3.1 Caractéristiques de l'indicateur « pression azotée organique »	53
Tableau 3.2 Caractéristiques de l'indicateur « raisonnement de la fertilisation »	55
Tableau 3.3 Caractéristiques de l'indicateur « surfaces engagées dans une MAEC »	56
Tableau 3.4 Caractéristiques de l'indicateur « RDD et CIPAN »	58
Tableau 3.5 Caractéristiques de l'indicateur « ratio prairies permanentes »	60
Tableau 3.6 Caractéristiques de l'indicateur « ratio prairies – cultures de maïs ».....	61
Tableau 3.7 Caractéristiques de l'indicateur « concentrations de nitrates dans les eaux »	63
Tableau 3.8 Caractéristiques de l'indicateur « fonctions épuratrices des zones humides ».....	65

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

°C	Degré Celsius
AFPF	Association Française pour la Production Fourragère
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CEDAPA	Centre d'Étude pour un Développement Agricole Plus Autonome
CEVA	Centre d'Étude et de Valorisation des Algues
CIPAN	Culture intermédiaire piège à nitrates
CIVAM	Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural
CLE	Commission Locale de l'Eau
CLE RFBB	Commission Locale de l'Eau du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais
CORPEN	Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement
CRAB	Chambre régionale d'agriculture de Bretagne
CSEB	Conseil scientifique de l'environnement de Bretagne
DCE	Directive Cadre sur l'Eau
DRAAF	Direction régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
DREAL	Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
GREN	Groupe régional d'expertise « nitrates »
ha	Hectare
HNO ₃	Acide nitrique
IGN	Institut Géographique National
INRA	Institut National de la Recherche en Agronomie
INSEE	Institut national de la statistique et des études économiques
Keq	Coefficient d'équivalence engrais minéral
kg	Kilogramme
km ⁽²⁾	Kilomètre (carré)
L	Litre
m	Mètre
MAAF	Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
MAEC	Mesures agro-environnementales et climatiques
MEDDE	Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie
mg	Milligramme
Mh	Minéralisation de l'humus du sol
MOS	Matières organiques humifiées du sol

N	Azote
n/a	Non applicable
N ₂	Diazote
N ₂ O	Protoxyde d'azote
NH ₄ ⁺	Ammonium
NO ₂ ⁻	Nitrites
NO ₃ ⁻	Nitrates
N _{org}	Azote organique
OAD	Outils d'ajustement à la dose
OIEau	Office International de l'Eau
ONEMA	Office nationale de l'eau et des milieux aquatiques
OTEX	Orientation technico-économique de l'exploitation
PAEC	Programme agro-environnemental et climatique
RDD	Reliquat début de drainage
RPA	Reliquat post absorption
RPG	Registre parcellaire graphique
RSH	Reliquat sortie hiver
SAGE	Schéma d'aménagement et gestion des eaux
SAGE RFBB	Schéma d'Aménagement et Gestion des Eaux de la Rance, du Frémur et de la baie de Beaussais
SAU	Surface agricole utile
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion des Eaux
SMP du SAGE RFBB	Syndicat Mixte de Portage du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais
SRISE	Service régional de l'information statistique et économique
UCS	Unité cartographique de sol
UGB	Unité gros bétail

LEXIQUE

Azote minéral	Forme de l'azote directement assimilable par les plantes : nitrates, nitrites et ammonium. (Mazoyer, Aubineau, Bougler, Ney et Roger-Estrade, 2002)
Azote organique	Forme de l'azote présentant des atomes de carbone, non assimilable par les plantes. L'azote organique provient de débris végétaux ou animaux, d'excréments. (Mazoyer, Aubineau, Bougler, Ney et Roger-Estrade, 2002)
Bassin versant	Aire de collecte des eaux limitée par le contour à l'intérieur duquel toutes les eaux s'écoulent en surface et en souterrain vers cet exutoire. (Office International de l'Eau [OIEau] et Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques [ONEMA], 2016a)
Fertilisants minéraux	Fertilisants de synthèse comportant entre autres des composés azotés sous forme minérale. (Mazoyer, Aubineau, Bougler, Ney et Roger-Estrade, 2002)
Fertilisants organiques	Fertilisants issus de matière organique, comme les effluents d'élevage ou les résidus de végétaux. Les effluents d'élevage sont aussi appelés engrais de ferme. (Mazoyer, Aubineau, Bougler, Ney et Roger-Estrade, 2002)
Équilibre de la fertilisation	La fertilisation est calculée de manière à ce que les apports de fertilisants soient équilibrés par rapport aux besoins des végétaux, afin qu'il n'y ait ni d'excédent de fertilisants, ni de déficit. (<i>Directive 91/676/CEE</i>)
Gélif, gélive	Zone où les gelées printanières sont fréquentes et peuvent causer des dégâts. (Larousse, s. d.)
Lessivage	Transfert d'éléments en suspension dans l'eau vers la nappe d'eau souterraine. (Borgers, Warin, Vandenberghe et Marcoen, 2006)
Lixiviation	Transfert d'éléments dissous via les eaux de percolation du sol vers la nappe. (Borgers, Warin, Vandenberghe et Marcoen, 2006)
Matériau parental	Toutes roches géologiques, consolidées ou non, minérales ou organiques, qui, au niveau d'un affleurement ou d'un dépôt à la surface de la Terre, peuvent contribuer par leur altération à la constitution d'un sol. (Association Française pour l'Étude du Sol, 2014)
Millimètre d'eau	Un millimètre de pluie correspond à un apport d'un litre d'eau par mètre carré. (Éliard, 1979)
Minéralisation	Ensemble des réactions chimiques et biochimiques qui permettent le passage des éléments (carbone, azote, phosphore, soufre) d'une forme organique à une forme minérale. (Mazoyer, Aubineau, Bougler, Ney et Roger-Estrade, 2002)
Ombrothermique	Se dit d'une représentation graphique combinant les données mensuelles des températures moyennes et des précipitations d'une station donnée. (Larousse, s. d.)

Pression azotée organique	Pression exercée par l'azote contenu dans les fertilisants organiques. (Définition de l'auteure)
Pression azotée minérale	Pression exercée par l'azote contenu dans les fertilisants minéraux. (Définition de l'auteure)
Reliquat d'azote	Quantité d'azote minéral présent dans le sol à un temps donné. (Decoopman, 2014)
Sol	Volume qui s'étend depuis la surface de la Terre jusqu'à une profondeur marquée par l'apparition d'une roche dure ou meuble, peu altérée ou peu marquée par la pédogenèse. L'épaisseur du sol peut varier de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres, ou plus. Il est le lieu d'une intense activité biologique (racines, faune et microorganismes). (Association Française pour l'Étude du Sol, 2014)
Stabulation	Séjour et entretien du bétail en étable, temporairement ou d'une façon permanente. (Larousse, s. d.)
Unité d'azote	Une unité d'azote correspond à un kilogramme d'azote. (Mazoyer, Aubineau, Bougler, Ney et Roger-Estrade, 2002)
Unité Gros Bétail	Variable créée à partir de coefficients permettant de comparer entre eux les différents animaux et de les additionner. (Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt [MAAF], 2009a)

INTRODUCTION

L'eau est une ressource vitale pour tous les êtres vivants. Une atteinte de sa qualité est synonyme de risques à la fois sanitaires et environnementaux. Les pollutions peuvent être ponctuelles lorsque que la source d'émission est localisée et que les polluants émis sont quantifiables. Elles peuvent également être diffuses quand les rejets de polluants sont multiples, éparses et indirects. Depuis plusieurs dizaines d'années, des pollutions de l'eau par des composés azotés sont constatées en France, en Europe et ailleurs dans le monde. Elles ont fait l'objet de nombreuses mesures, réglementaires ou non. Ces pollutions sont attribuées en grande partie aux activités agricoles qui épandent des engrais azotés. Souvent stigmatisée, l'agriculture est pourtant une activité indispensable pour nourrir les hommes et la planète. Elle occupe par ailleurs une superficie importante du territoire, se positionnant alors comme activité incontournable dans la gestion des écosystèmes.

Le présent essai se concentre sur les fuites d'azote et plus spécifiquement des nitrates d'origine agricole, sur une zone située au nord-est de la région Bretagne. Le territoire ciblé est celui du bassin versant des cours d'eau de la Rance et du Frémur et de la baie de Beaussais, dont le périmètre a été officialisé par le SAGE du même nom : le SAGE Rance Frémur baie de Beaussais. Le SAGE est un document administratif, porté par un organisme public nommé Syndicat Mixte de Portage (SMP) du SAGE, et mis en œuvre sur le territoire par une Commission Locale de l'Eau (CLE). Le SAGE comprend plusieurs orientations de gestion et de dispositions à mettre en œuvre pour répondre aux enjeux du territoire. Un des enjeux principaux de la CLE du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais est d'assurer une alimentation en eau potable durable.

Bien que ce bassin versant soit moins touché par les problèmes de pollution par les nitrates que d'autres territoires bretons, certains enjeux « nitrates » sont identifiés. C'est pourquoi les membres de la CLE du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais ont défini l'orientation de gestion n°17 portant sur l'élaboration de référentiels agronomiques locaux et la disposition n°39 sur l'élaboration d'indicateurs permettant d'évaluer l'impact des pratiques agricoles en termes de fuites de nitrates (Annexe 1). Ces outils agronomiques ont pour objectifs de connaître, comprendre et suivre les fuites de nitrates dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais. Ils s'adressent aux agriculteurs, en vue d'une prise de conscience des impacts, positifs ou négatifs, de leurs activités sur la qualité de l'eau et d'une adaptation de leurs pratiques en fonction du contexte pédoclimatique. Les outils s'adressent également ainsi aux gestionnaires pour leur permettre de suivre l'évolution des pratiques agricoles et de l'état du milieu en termes de nitrates. L'objectif de l'essai est donc d'élaborer ces outils : les références agronomiques locales constituant les paramètres environnementaux et agronomiques à considérer vis-à-vis des fuites de nitrates, et les indicateurs permettant d'évaluer la situation des fuites de nitrates à un temps donné.

L'essai est structuré par trois chapitres. Dans le premier chapitre, l'essai décrit le contexte pédoclimatique ainsi que les pratiques agricoles dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais. Les interactions entre le milieu physique et les pratiques agricoles vis-à-vis des fuites de nitrates sont également

exposées. Ensuite, le second chapitre tente de faire une synthèse des politiques et de la réglementation s'appliquant aux nitrates, dans les domaines de l'eau et des pratiques agricoles. Enfin, le troisième et dernier chapitre s'applique à présenter les outils en question : les références agronomiques locales et les indicateurs de suivi.

Pour réaliser cet essai, la méthodologie employée s'appuie sur différentes stratégies. Une recherche bibliographique importante a été effectuée et des sources multiples ont été retenues en considérant rigoureusement leur pertinence et leur fondement scientifique. Les données internes de la CLE du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais ont également été exploitées lorsque pertinentes. De manière générale, afin de garantir l'actualité des informations les sources antérieures à l'année 2000 n'ont pas été prises en compte, sauf exceptions. Parallèlement à la recherche bibliographique, des sources primaires ont été prises en compte pour la rédaction de cet essai. Les informations primaires considérées proviennent essentiellement des partenaires de la CLE du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais, ainsi que de spécialistes ayant une connaissance et une expérience non négligeables sur les thèmes abordés par l'essai.

En préambule de l'essai, il est nécessaire de rappeler le cycle de l'azote et d'exposer les considérations agronomiques associées.

En premier lieu, l'azote existe naturellement sous différentes formes : azote organique (N_{org}), ammonium (NH_4^+), nitrites (NO_2^-), nitrates (NO_3^-) ou acide nitrique (HNO_3), diazote (N_2), protoxyde d'azote (N_2O). L'azote est le nutriment principal des végétaux permettant leur croissance. L'atmosphère est composée de 80 % de diazote, une molécule gazeuse, qui n'est directement assimilable que pour certains végétaux (légumineuses). Ces derniers comportent dans leurs racines des bactéries avec lesquelles une symbiose est formée. Autrement, les formes d'azote directement assimilables par les plantes sont les nitrates, qui sont solubles dans l'eau, ainsi que l'ammonium. On peut noter que c'est également le cas des nitrites, qui sont en revanche très toxiques.

Les nitrates sont très solubles, ce qui leur permet d'être directement assimilables par les plantes. Aussi, le parcours qu'ils effectuent correspond à celui de l'eau (Annexe 2). Le mécanisme majeur de sortie des nitrates hors des sols agricoles est la lixiviation, c'est-à-dire que les nitrates sont entraînés par l'eau qui s'infiltré dans le sol; certains parlent aussi de lessivage des nitrates. La présence de nitrates dans le sol et l'existence d'un drainage sont deux conditions pour que ce mécanisme ait lieu. (Simon, 1999).

La récolte des cultures perturbe le cycle naturel de l'azote car l'azote contenu dans les végétaux est alors exporté et n'est pas minéralisé dans les sols. Pour pallier à cette sortie d'azote et maintenir l'équilibre, des apports d'engrais azotés sont réalisés : c'est l'objectif de l'équilibre de la fertilisation, amenant le principe du raisonnement de la fertilisation. L'équation du bilan de masse est la suivante :

$$\text{Bilan de masse : } \text{état final} = \text{état initial} + \text{entrées} - \text{sorties}$$

Lorsqu'il y a plus d'entrées d'azote que de sorties, le milieu est dit excédentaire, et dans le cas contraire, il est déficitaire. Dans les deux cas, les effets sont négatifs sur le rendement car la plante se retrouve soit en carence soit en excès de nutriments. Il existe un point au-delà duquel les rendements obtenus sont de plus en plus faibles pour des doses croissantes de fertilisants azotés : le rendement technique maximum. Cependant le rendement économique maximum est atteint avant : il s'agit du point au-delà duquel l'augmentation des récoltes obtenues ne suffit pas à couvrir les dépenses des ajouts de fertilisants. (Eliard, 1979)

Pour des raisons pratiques, l'abréviation « SAGE RFBB » correspond au document du SAGE Rance Fémur baie de Beaussais et est utilisée pour les figures, les tableaux, les références. L'abréviation « CLE RFBB », désignant la Commission Locale de l'Eau du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais, est utilisée aux mêmes fins pour les tableaux, figures et références.

1 TERRITOIRE ET SENSIBILITÉ AUX FUITES DE NITRATES DANS LE PÉRIMÈTRE DU SAGE RANCE FRÉMUR BAIE DE BEAUSSAIS

Ce chapitre vise à dresser le portrait du territoire compris dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais et à établir des liens entre celui-ci et les fuites de nitrates. Il s'agit de présenter d'abord le milieu physique, puis le milieu agricole; dans chacune des sous-parties, le lien avec les fuites de nitrates est précisé.

1.1 Contexte pédoclimatique et fuites de nitrates

Ce premier sous-chapitre a pour but de présenter l'environnement naturel à l'intérieur du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais. Il se décline en plusieurs volets : les caractéristiques hydrographiques sont d'abord présentées, puis les conditions climatiques typiques des bassins versants bretons sont décrites, suivies du contexte géologique et pédologique, pour terminer par l'état des milieux aquatiques vis-à-vis du paramètre « nitrates ».

1.1.1 Caractéristiques hydrographiques du bassin versant

Les périmètres des SAGE sont établis selon des découpages hydrographiques en fonction de la ligne de partage des eaux. Ils ne correspondent donc pas aux limites des communes, des départements ou de la région. Aussi, une commune peut être concernée par plusieurs SAGE, de même qu'un périmètre de SAGE peut être situé sur plusieurs départements. C'est le cas du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais : du point de vue administratif, son périmètre est situé au nord-est de la région Bretagne (Figure 1.1), à cheval sur les départements des Côtes-d'Armor (22) et d'Ille-et-Vilaine (35); du point de vue hydrographique, il correspond au bassin versant de la Rance, du Frémur et de la baie de Beaussais, et fait partie du bassin hydrographique Loire-Bretagne (Figure 1.2).



Figure 1.1 Localisation du SAGE RFBB en Bretagne (tiré de : SMP SAGE RFBB, s. d.a)

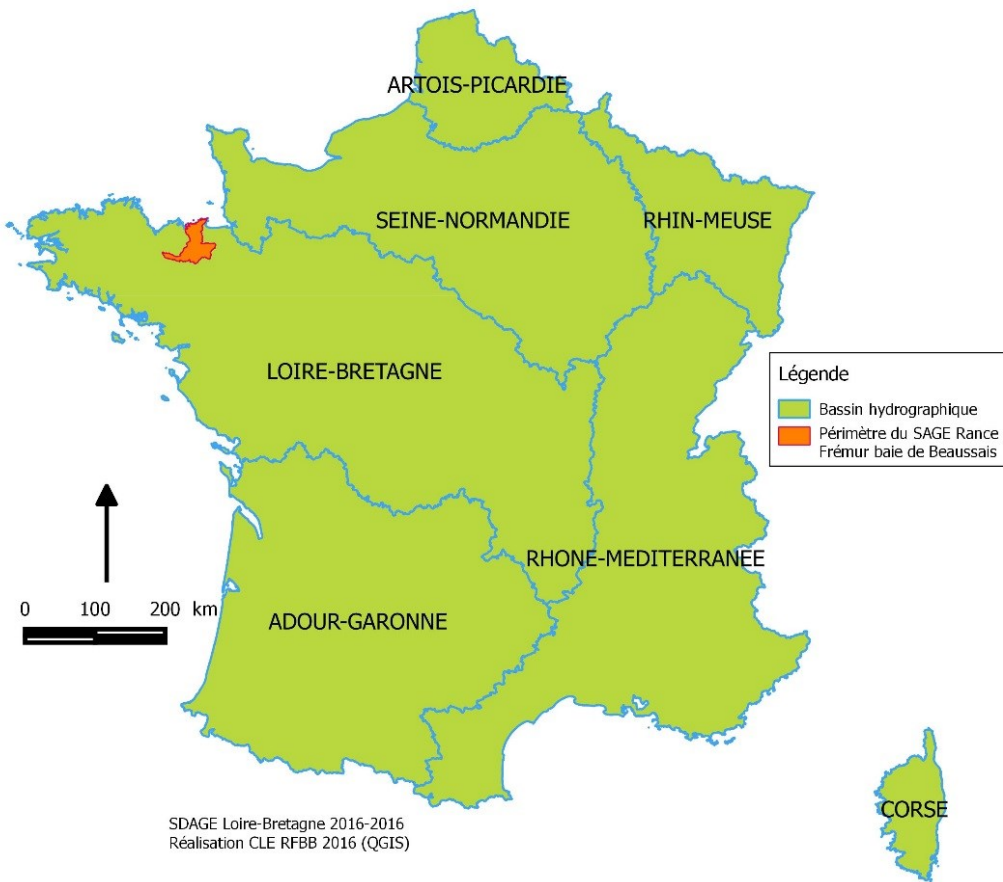


Figure 1.2 Bassins hydrographiques français (métropole) et SAGE RFBB (inspiré de : Comité de bassin Loire-Bretagne, 2016, p. 15)

Le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais a été officialisé par arrêté interpréfectoral le 3 novembre 1998 et couvre un bassin versant de 1 330 kilomètres carrés (km²). Le réseau hydrographique est très dense et plus de 1 600 km de linéaire de cours d'eau ont été inventoriés. Cette valeur augmente au fur et à mesure que les inventaires communaux sont menés. Le réseau hydrographique est présenté en figure 1.3, de même que le relief observé sur le territoire, l'altitude étant exprimée en mètres (m). (CLE RFBB, 2013)

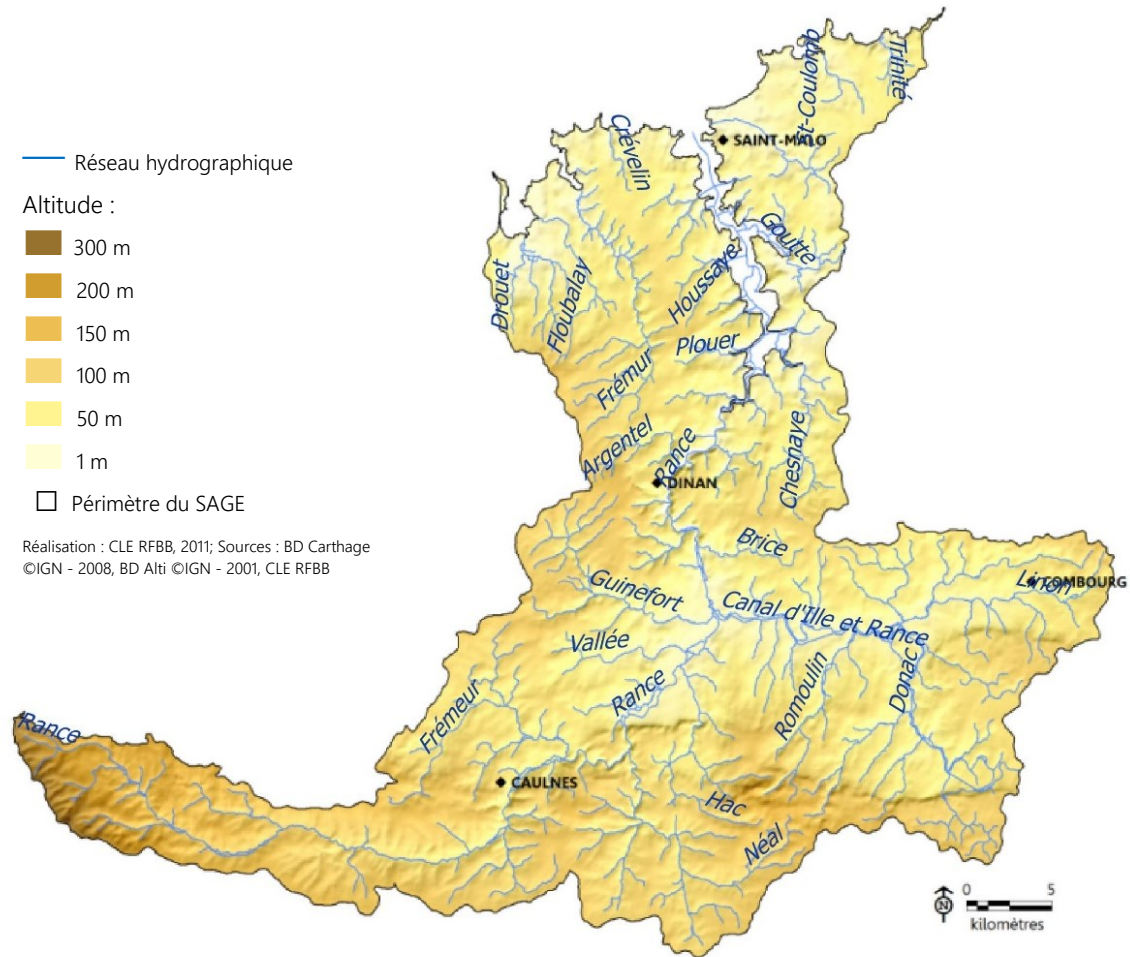


Figure 1.3 Réseau hydrographique et relief du SAGE RFBB (inspiré de : CLE RFBB, 2013)

L'hydrologie de ce territoire est fortement artificialisée par des retenues importantes d'eaux superficielles pour la production d'eau potable, par des étangs pour faciliter la navigation sur le canal d'Ille et Rance, et par l'usine marémotrice dans le bassin maritime de la Rance.

Les milieux aquatiques dans le périmètre du SAGE sont sectorisés en masses d'eaux superficielles et en masses d'eaux souterraines (Figure 1.4). La masse d'eau correspond à un « découpage élémentaire des milieux aquatiques destinée à être l'unité d'évaluation de la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE ». Les masses d'eaux superficielles peuvent être « un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou un canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières » (OIEau et ONEMA, 2016a). La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) est détaillée dans le deuxième chapitre.

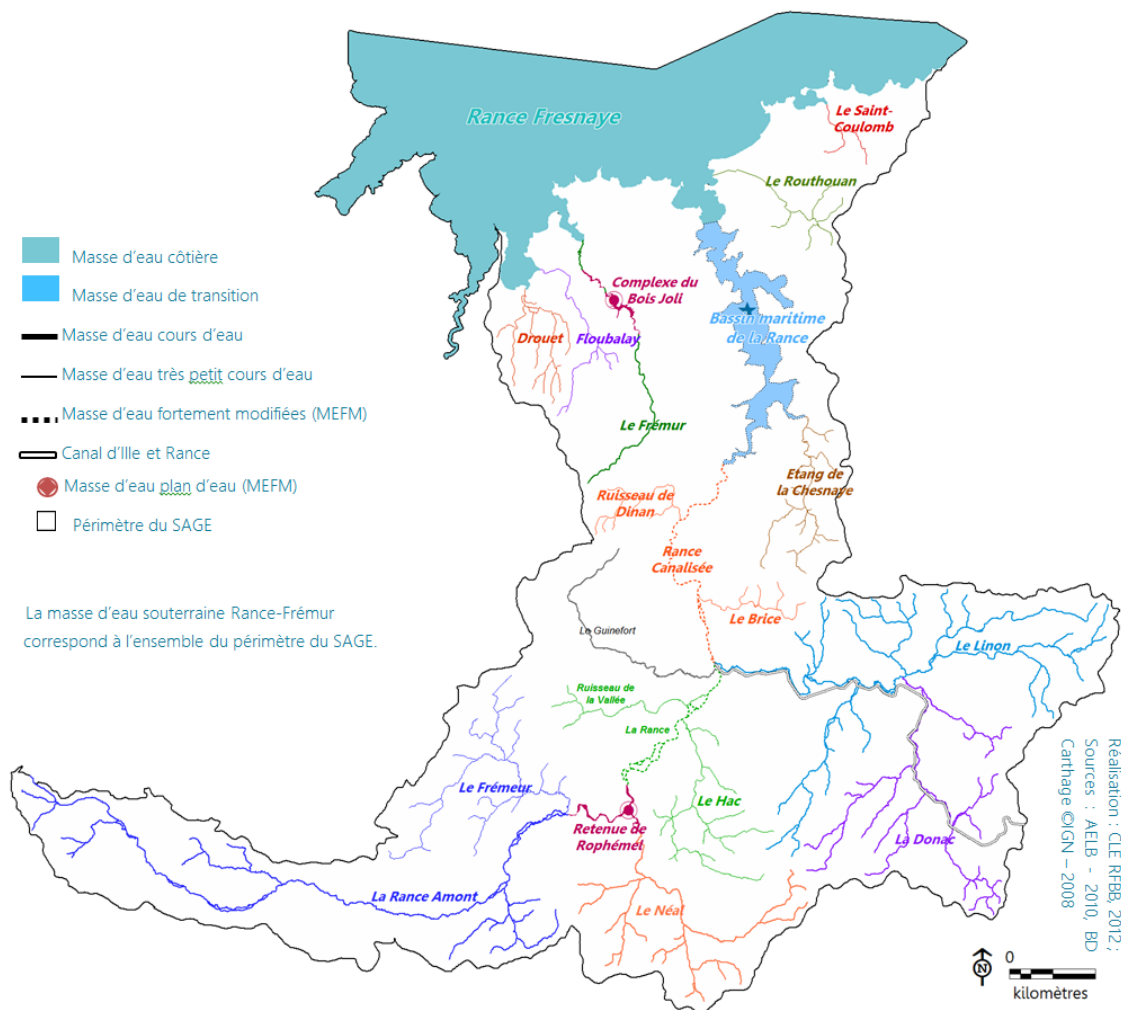


Figure 1.4 Masses d'eau dans le périmètre du SAGE RFBB (tiré de : SMP SAGE RFBB, s. d.a)

Le bassin versant de la Rance, du Frémur et de la baie de Beausais comprend une masse d'eau souterraine, correspondant à l'ensemble du bassin versant, et 23 masses d'eau superficielles : 19 masses d'eau « cours d'eau », 2 masses d'eau « plans d'eau », une masse d'eau « estuaire », et une masse d'eau côtière.

En ce qui concerne les milieux aquatiques, on compte de nombreuses zones humides. Ces milieux particuliers sont définis de la manière suivante :

« Zone où l'eau, douce, salée ou saumâtre, est le principal facteur qui contrôle le milieu naturel et la vie animale et végétale associée. (...) Il s'agit par exemple des ruisseaux, des tourbières, des étangs, des mares, des berges, des prairies inondables, des prés salés, des vasières, des marais côtiers, des estuaires. » (Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie [MEDDE], 2015)

Dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beausais, 9 038 hectares (ha) de zones humides ont été inventoriés à ce jour (Figure 1.5), soit 7 % du territoire (CLE RFBB, donnée interne, 2016).

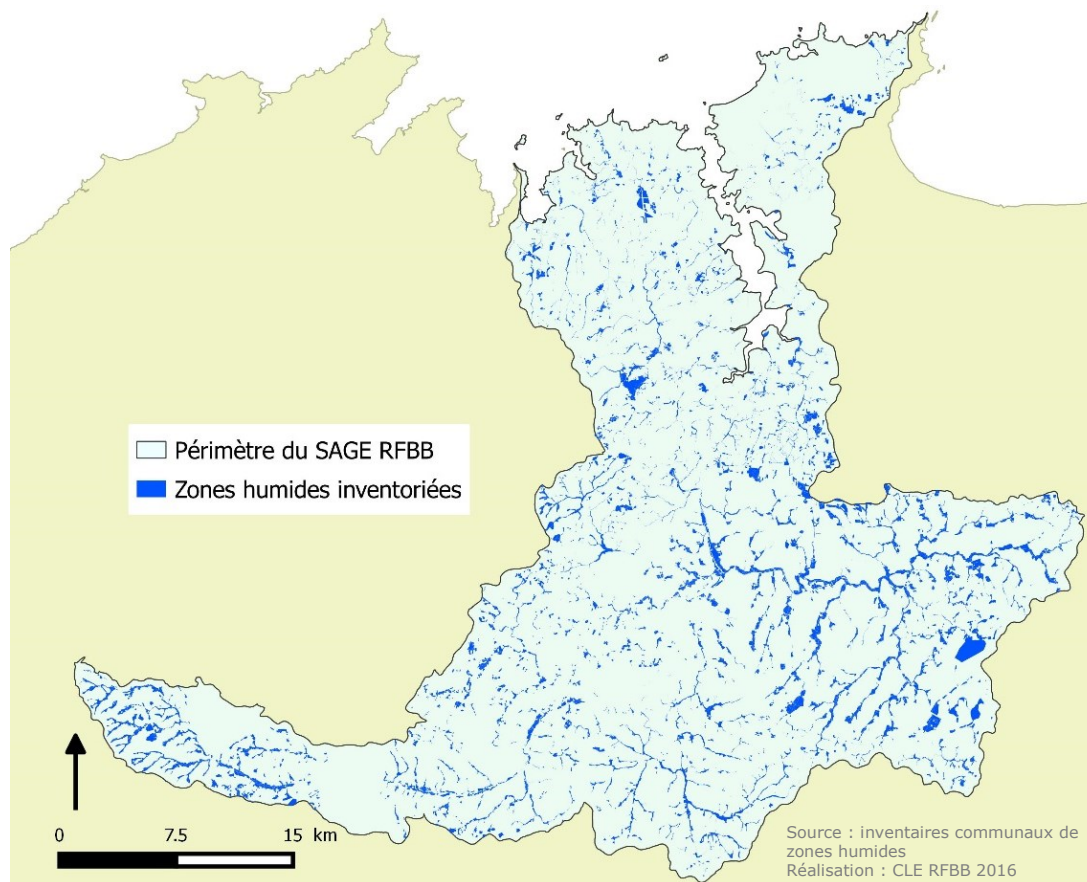


Figure 1.5 Zones humides inventoriées dans le périmètre du SAGE RFBB (CLE RFBB, donnée interne, 2016)

Les inventaires de zones humides continuent d'être menés, aussi il ne s'agit que de l'état des lieux en 2016. Les zones humides présentent plusieurs fonctions essentielles au maintien des écosystèmes, dont des fonctions épuratrices. Vis-à-vis des fuites de nitrates, ces fonctions permettent de réduire les quantités de nitrates retrouvées dans les cours d'eau du fait de plusieurs facteurs. Les facteurs peuvent être physiques, grâce à la filtration et la rétention des nitrates par les végétaux, et/ou agronomiques, grâce à l'assimilation des nutriments azotés par les végétaux (Bureau de Recherches Géologiques et Minières [BRGM], 2001). De plus, la circulation de l'eau peut diluer les nitrates présents et entraîner par conséquent un abattement des teneurs en nitrates de l'eau (BRGM, 2001). Pour qu'il y ait dénitrification, plusieurs conditions doivent être réunies : la présence de nitrates, un milieu anaérobie ou très pauvre en oxygène et la présence de micro-organismes capables de dénitrifier. Les zones humides peuvent dénitrifier jusqu'à 500 kilogrammes d'azote (kg N) par ha et par an, contre 5 à 15 kg N par ha et par an dans des sols aérés. Les aquifères (eaux souterraines) peuvent aussi présenter des capacités dénitrifiantes si les conditions sont favorables. (CSEB, 2005b)

À l'intérieur du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais, on peut identifier des territoires découpés de manière opérationnelle en sous-bassins versants, tels que présentés sur la figure 1.6.

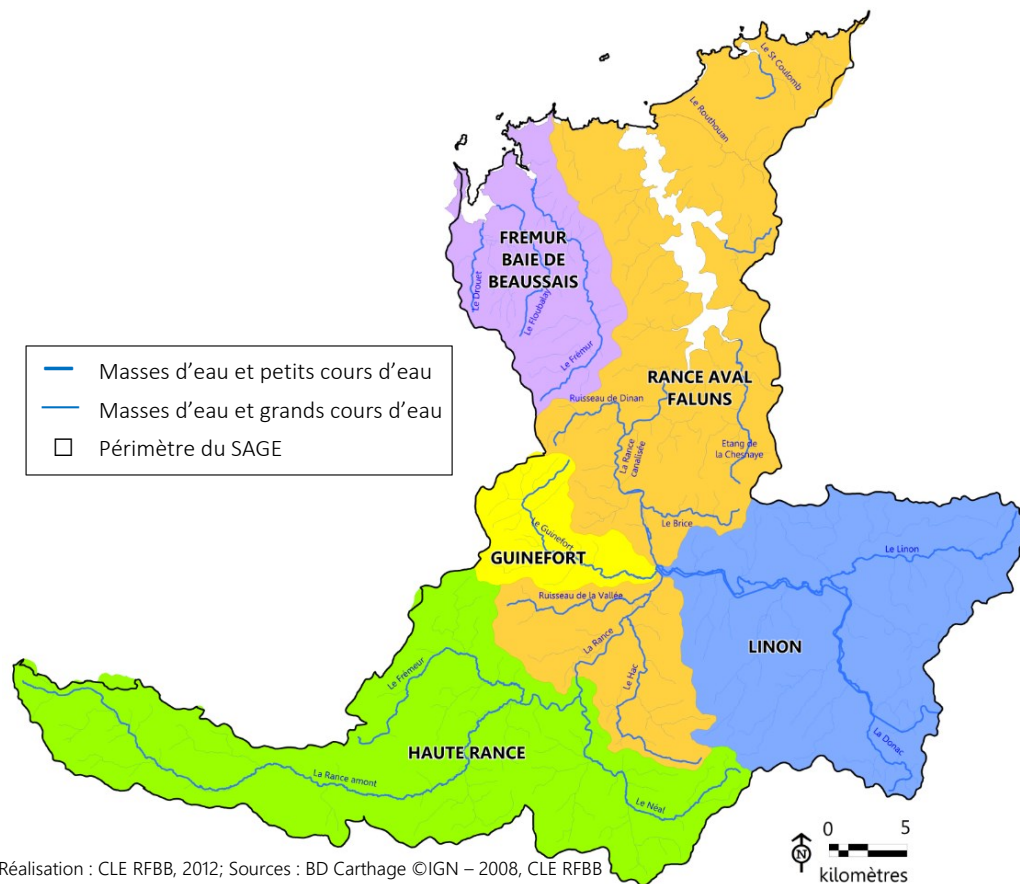


Figure 1.6 Organisation des bassins versants du SAGE RFBB (tiré de : CLE RFBB, 2013)

Ce découpage correspond à des délimitations naturelles. La Rance est découpée en deux sous-bassins versants : Haute-Rance et Rance aval – Faluns, ce dernier comprenant également des petits fleuves côtiers. Ensuite, on retrouve dans le sous-bassin versant du Linon des affluents de la Rance, de même que le Guinefort dont le cours d'eau rejoint la Rance. Le Frémur quant à lui présente des petits fleuves côtiers indépendants de la Rance. Ce découpage rend compte des réalités hydrographiques et fait l'objet de contrats territoriaux et permet une meilleure opérationnalité des actions sur les différents territoires. Les sous-bassins versants du Guinefort et de Rance aval - Faluns ont fusionné récemment pour n'en former plus qu'un seul, nommé Rance aval - Faluns - Guinefort. Pour la suite de ce chapitre, la distinction entre les deux continue d'être faite (sauf exceptions) étant données leurs caractéristiques propres.

Pour la suite de l'essai, le terme « bassin hydrographique » est utilisé pour désigner le bassin Loire-Bretagne; « bassin versant » pour le territoire délimité par le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beussais; « sous-bassins versants » pour les bassins à l'intérieur du périmètre du SAGE qui sont ceux de la Haute-Rance, du Linon, de Rance aval - Faluns - Guinefort, du Frémur - baie de Beussais.

1.1.2 Climat breton et conséquences sur les fuites d'azote

La Bretagne est dominée par un climat océanique tempéré. Cela se caractérise par des « températures douces et une pluviométrie relativement abondante [...] répartie tout au long de l'année avec un léger maximum d'octobre à février » (Météo-France, s. d.a). Trois stations météorologiques de Météo-France, qui est le service météorologique et climatologique national, se trouvent sur le territoire du SAGE Rance Frémur baie de Beausais ou proche de celui-ci : celles de Dinard, Saint-Brieuc et Rennes (Annexe 3). L'analyse des conditions météorologiques au niveau de ces trois points géographiques permet d'estimer globalement le climat local. L'altitude est assez basse, allant du niveau de la mer à un peu plus de 300 m comme le montre la figure 1.3, avec quelques reliefs dans le sous-bassin versant de la Haute-Rance.

La figure 1.7 représente trois diagrammes ombrothermiques correspondant aux trois stations. Les données utilisées correspondent aux précipitations mensuelles et à la température moyenne des trois stations, sur la période de 1981 à 2010, soit une période de 30 ans. Les précipitations et la température sont en ordonnées, les 12 mois de l'année en abscisse; pour la construction des échelles, un millimètre (mm) de pluie correspond à deux degrés Celsius (°C). (Charre, 1997)

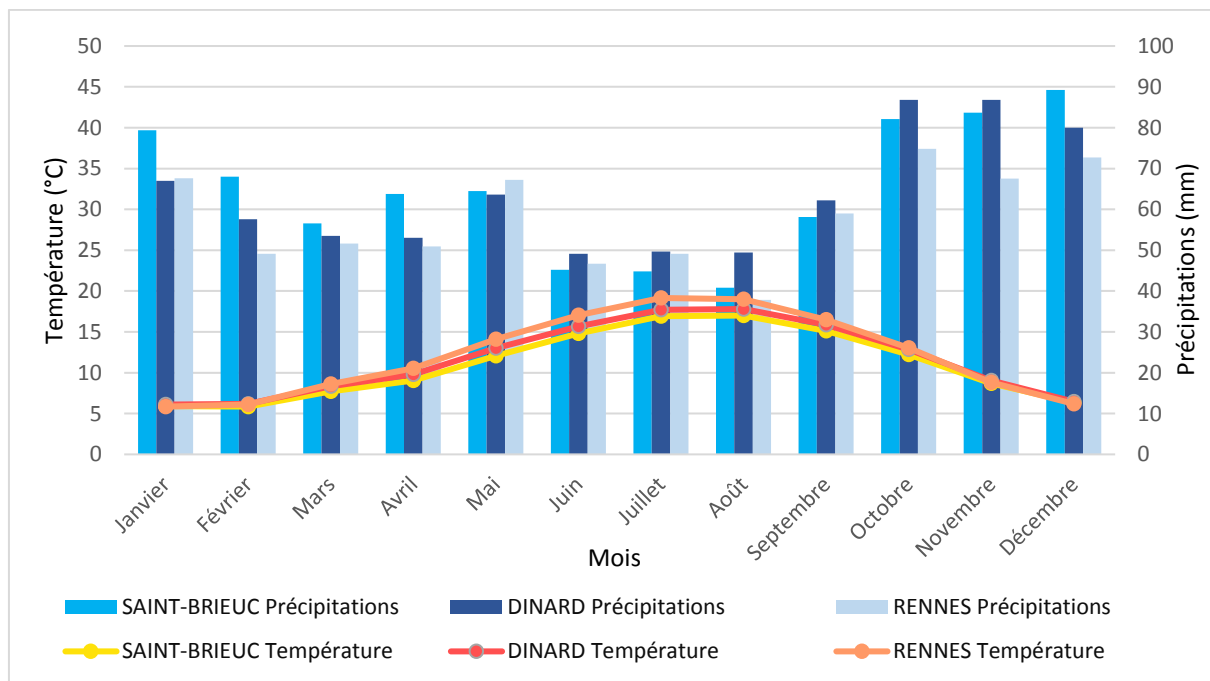


Figure 1.7 Diagrammes ombrothermiques de St-Brieuc, Dinard et Rennes pour la période 1981-2010 (compilé d'après : Météo-France, s. d.b, s. d.c et s. d.d)

Pour chaque station météorologique, la courbe de température moyenne ne dépasse pas les histogrammes représentant les précipitations correspondantes, ce qui signifie qu'aucun mois de l'année n'est sec (Charre, 1997). L'amplitude thermique moyenne est de 12-13°C sur l'année, les températures les plus froides étant en hiver (janvier) et les plus chaudes en été (juillet); les précipitations sont plus importantes en mai et de septembre à janvier. Globalement, il y a peu de différences entre les conditions météorologiques moyennes

des trois stations, sinon des pluies plus importantes sur la façade littorale d'octobre à janvier. Ces constats sont établis sur des moyennes climatiques sur la période 1981-2010. Or ces dernières années, des déficits de précipitations et des automnes assez secs sont régulièrement observés sur le territoire (Météo-France, s. d.b, s. d.c et s. d.d).

Cela permet d'introduire la notion de lame drainante. Aussi appelée lame d'eau, elle est obtenue en fonction du volume d'eau écoulé en une station de mesure par rapport la surface du bassin versant à cette station (MEDDE, 2015). En d'autres termes, il s'agit de l'excédent d'eau qui n'est pas retenu dans les sols et qui entraîne les éléments solubles (lixiviation), tels que les nitrates. Ces risques sont fortement augmentés lorsque les pluies sont importantes et lorsque les cultures ne sont plus en place pour absorber et valoriser les nitrates du sol (sol nu). Cela correspond généralement au début de l'automne après les récoltes. Cette période est nommée interculture hivernale. La figure 1.8 illustre la lame drainante à l'échelle du territoire d'étude, obtenue d'après les données climatiques sur près de 10 ans.

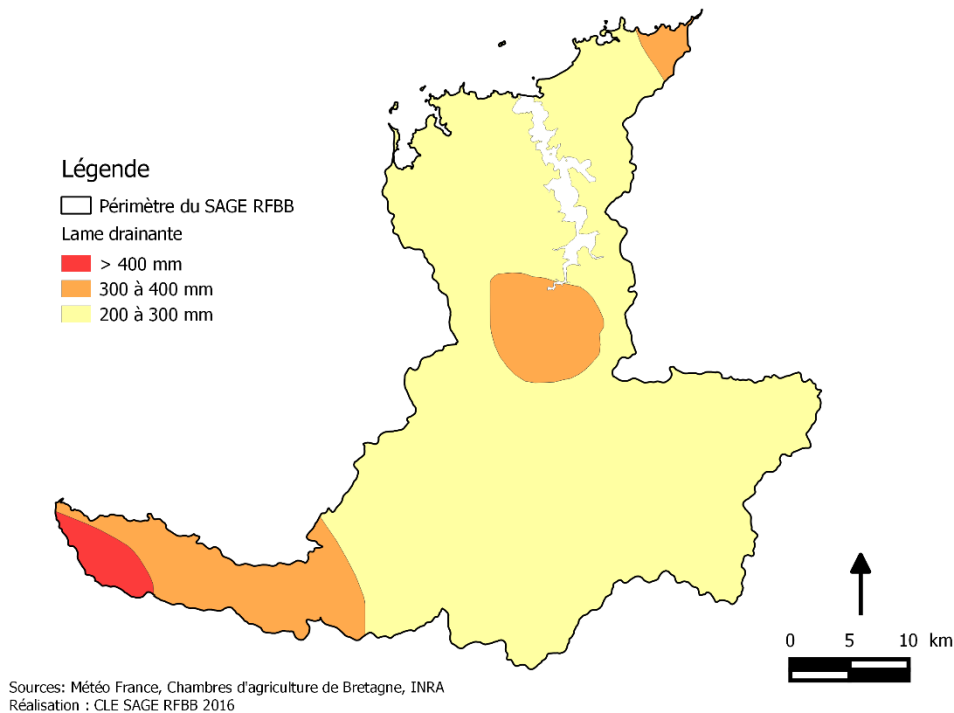


Figure 1.8 Lame drainante moyenne selon les précipitations entre septembre et avril 1997-2009
(inspiré de : CRAB et INRA, 2015)

Cette carte, élaborée par la Chambre régionale d'agriculture de Bretagne (CRAB) et l'Institut National de la Recherche en Agronomie (INRA), identifie une lame drainante moyenne majoritairement de 200-300 mm pour le territoire du SAGE. On identifie deux zones à 300-400 mm autour de Dinan et sur la tête de sous-bassin versant de la Haute-Rance, et une zone supérieure à 400 mm sur cette dernière zone. Ces caractéristiques de drainage sont liées en partie au relief (Figure 1.3) : la pointe du sous-bassin versant de la Haute-Rance est la zone où les altitudes sont les plus élevées et où les précipitations sont les plus fortes.

Un pic de précipitations peut aussi être observé en mai (Figure 1.7) mais il n'a en principe que peu d'impact sur la lixiviation des nitrates puisque les cultures sont implantées à cette période de l'année. Comme précédemment, les données présentées sont des moyennes observées, la lame drainante pouvant varier d'une année à l'autre.

Le climat local, par sa pluviométrie, peut influencer fortement les fuites de nitrates par l'entraînement de ceux-ci. Afin de suivre les teneurs en nitrates dans le sol à différents moments de l'année, des réseaux de reliquats d'azote ont été mis en place sur toute la Bretagne. Depuis 2010, celui de la CRAB permet de suivre les reliquats d'azote à la sortie de l'hiver. Il est important de noter que les analyses de reliquats azotés consistent en des mesures qui présentent de fortes incertitudes (jusqu'à 20 %) et qui peuvent varier fortement d'une parcelle à l'autre. Elles permettent néanmoins d'établir des tendances intéressantes. Pour l'année 2015, au vu des résultats obtenus, la CRAB a estimé que la lame drainante était responsable d'une variation de 10 à 30 kg N/ha, la profondeur de sol de 5 à 30 kg N/ha et l'historique parcellaire (pratiques culturales) de 25 à 45 kg N/ha. L'annexe 4 présente les reliquats sortie hiver (RSH) en fonction de zones climatiques identifiées pour l'année 2015. (A. Guézengar, échange téléphonique, 17 juin 2016; Guézengar, Lambert, Beff et Morvan, 2016)

1.1.3 Propriétés pédologiques et dynamique des nitrates

Les propriétés pédologiques d'un milieu donné sont aussi importantes que les conditions climatiques pour comprendre les fuites d'azote. En effet, la quantité d'azote lixivié dépend de trois paramètres : « le reliquat d'azote minéral au début du drainage; la minéralisation entre le début et la fin du drainage, ainsi que les éventuels apports de fertilisants azotés; le volume d'eau drainée » (Cattin, Guichard, Jannot, Justes, Laurent et Machet, 2002). Les sols, par leurs propriétés, contribuent non seulement à la rétention ou non-rétention des nitrates dans les parcelles agricoles, mais aussi à leur production.

Le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais se situe sur le socle géologique du Massif armoricain. La roche mère est constituée de granite, de gneiss, de schistes et de grès, et de sables (Annexe 5-A). Plusieurs grandes familles de sols sont également identifiées, avec une dominance de sols brunifiés (Annexe 5-B). Cependant, les grands événements géologiques ont complexifié la distribution des matériaux, provoquant des altérations de la roche mère et des variabilités locales très importantes en termes de propriétés hydrologiques des sols. Concernant la lixiviation des nitrates, les cartes géologiques disponibles ne reflètent pas suffisamment la variabilité locale : sur une même parcelle, il est possible d'observer des éléments pédologiques très différents. (CSEB, 2005c; M. Lacocquerie, échange téléphonique, 17 juin 2016)

Identifier de manière précise les sols favorisant la lixiviation des nitrates sur un territoire est un exercice délicat (Borgers, Warin, Vandenberghe et Marcoen, 2006; M. Lacocquerie, échange téléphonique, 17 juin 2016). Une étude a permis de cartographier en 1996 la sensibilité des sols à l'infiltration verticale de l'eau au niveau d'un département de la région française Centre; cette étude a été reprise et adaptée 10 ans

plus tard pour les mêmes objectifs au niveau des sols de Wallonie en Belgique (Cam, Froger, Moulin, Rassineux et Servant, 1996; Borgers, Warin, Vandenberghe et Marcoen, 2006). Six paramètres avaient alors été pris en compte : « la texture superficielle, la présence (ou l'absence) d'un plancher imperméable, l'épaisseur du sol, la réserve utile en eau, la perméabilité du profil et la vitesse de percolation du substrat » (Borgers, Warin, Vandenberghe et Marcoen, 2006).

À l'échelle de la Bretagne, un important travail de cartographie des sols est mené depuis 2005 et a permis de représenter des unités cartographiques de sol (UCS) au 1/250 000 (Agrocampus Ouest, 2015a). Les UCS tiennent compte de la lithologie, de la géomorphologie et du relief, de l'occupation du sol et de l'information pédologique : 445 UCS différents ont été identifiées pour la Bretagne, dont 62 sont représentées dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beausais (Agrocampus Ouest, 2012a et 2015a). Elles constituent actuellement l'information la plus fine disponible, hormis le diagnostic de terrain. Mais comme mentionné précédemment, déterminer précisément la sensibilité de ces sols à l'infiltration des nitrates nécessite de solides connaissances en pédologie et une cartographie à une échelle inférieure.

Actuellement, il n'existe pas de telle cartographie à une échelle locale en Bretagne. On peut toutefois établir des généralités vis-à-vis des propriétés pédologiques. Tout d'abord, les risques de lixiviation des nitrates diminuent lorsque la profondeur du sol augmente car les sols profonds favorisent l'enracinement (limitation du drainage). Ensuite, au niveau de la texture, les sols sableux favorisent l'infiltration de l'eau, contrairement aux sols limoneux et argileux qui tendent à être imperméables. La structure doit également être prise en compte : les roches sédimentaires présentent des particules fines, rendant le sol assez imperméable. Au contraire, les roches éruptives comme le granite ou le gneiss peuvent présenter des fracturations, favorisant le passage de l'eau, et leur altération donne des éléments grossiers. L'humidité est également à considérer : des sols déjà gorgés d'eau filtreront assez mal. (M. Lacocquerie, échange téléphonique, 17 juin 2016; CSEB, 2005c)

De plus, les phénomènes d'infiltration de l'eau dans le sol et le sous-sol sont encore assez mal connus et relèvent de l'hydrogéologie. En effet, des études menées dans des bassins versants bretons montrent que le temps de réponse d'un bassin versant vis-à-vis d'un changement de pratiques agricoles (réduction voire suppression des apports azotés) peut varier fortement allant de 5 à 15 ans avant qu'une baisse significative des nitrates à l'exutoire ne soit observée. Cette différence de temps s'explique entre autres par les parcours empruntés par l'eau : ils rejoignent les cours d'eau assez rapidement, ou au contraire, séjournent longtemps dans des aquifères profonds. De manière générale, les vitesses de transfert dans les sols bretons sont assez faibles, de l'ordre de quelques mètres par an (Gascuel-Odoux et Mérot, 1986). (CSEB 2005c; M. Lacocquerie, échange téléphonique, 17 juin 2016)

Pour ce qui est des stocks de nitrates dans les sols agricoles, ils ont plusieurs origines. D'une part, ils proviennent de la minéralisation de l'azote organique en nitrates, d'autre part ils résultent des activités agricoles : apports de fertilisants minéraux, apports d'effluents d'élevage, restitution directe par les animaux

de pâturage dans les prairies (Simon, 1999). La minéralisation est un processus complexe et les nitrates alors produits sont difficiles à prédire. La quantité d'azote minéralisé entre la fin de la culture et le début du drainage peut être estimée en effectuant la différence entre les quantités d'azote minéral présent dans les sols à ces deux moments de l'année. La quantité d'azote minéral en fin de culture est traduite par le reliquat post absorption (RPA); la quantité d'azote minéral dans les sols juste avant les fortes pluies est estimée par le reliquat début de drainage (RDD). Le RDD permet d'estimer la quantité d'azote minéral présente dans les sols pouvant être lixiviée par les précipitations de fin d'année. Une étude de la CRAB a été menée dans ce but de 2010 à 2014 à l'échelle de la Bretagne : le dispositif de suivi de la minéralisation de l'azote de l'humus du sol (Mh), dit dispositif Mh. Les expérimentations ont permis d'estimer un flux de minéralisation nette de l'azote, en calculant le bilan azoté sur des parcelles de cultures non fertilisée. Les paramètres pris en compte sont : le RDD, le RSH, la quantité d'azote lixivié, l'azote exporté par les récoltes et le système racinaire restant dans le sol. (Guézengar, Lambert, Beff et Morvan, 2016).

Les résultats du dispositif Mh indiquent que les flux de minéralisation nette sont très variables d'une parcelle à une autre sur le territoire breton, allant de 76 kg N/ha à 251 kg N/ha. La composante principale des flux est l'azote absorbé par les plantes, la variabilité est surtout expliquée par des minéralisations très différentes selon les parcelles. Une autre conclusion intéressante de cette expérimentation est que les pertes par lixiviation peuvent aller de 10 à 60 kg N/ha selon la pluviométrie et les propriétés pédologiques. (Lambert, Morvan et Beff, 2016; Y. Lambert, entretien, 14 juin 2016)

1.1.4 État des milieux aquatiques

Cette section tente de décrire l'état des milieux aquatiques dans le périmètre du bassin versant et de s'intéresser de plus près aux enjeux « nitrates » sur ce territoire.

Il s'agit d'abord de présenter l'état écologique des masses d'eau. Le bon état écologique d'une masse d'eau dépend de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques, plusieurs éléments interviennent pour la détermination de l'état écologique d'un milieu : des paramètres biologiques, hydromorphologiques et physico-chimiques (OIEau et ONEMA, 2016b). L'état écologique des 23 masses d'eau superficielles est illustré en figure 1.9.

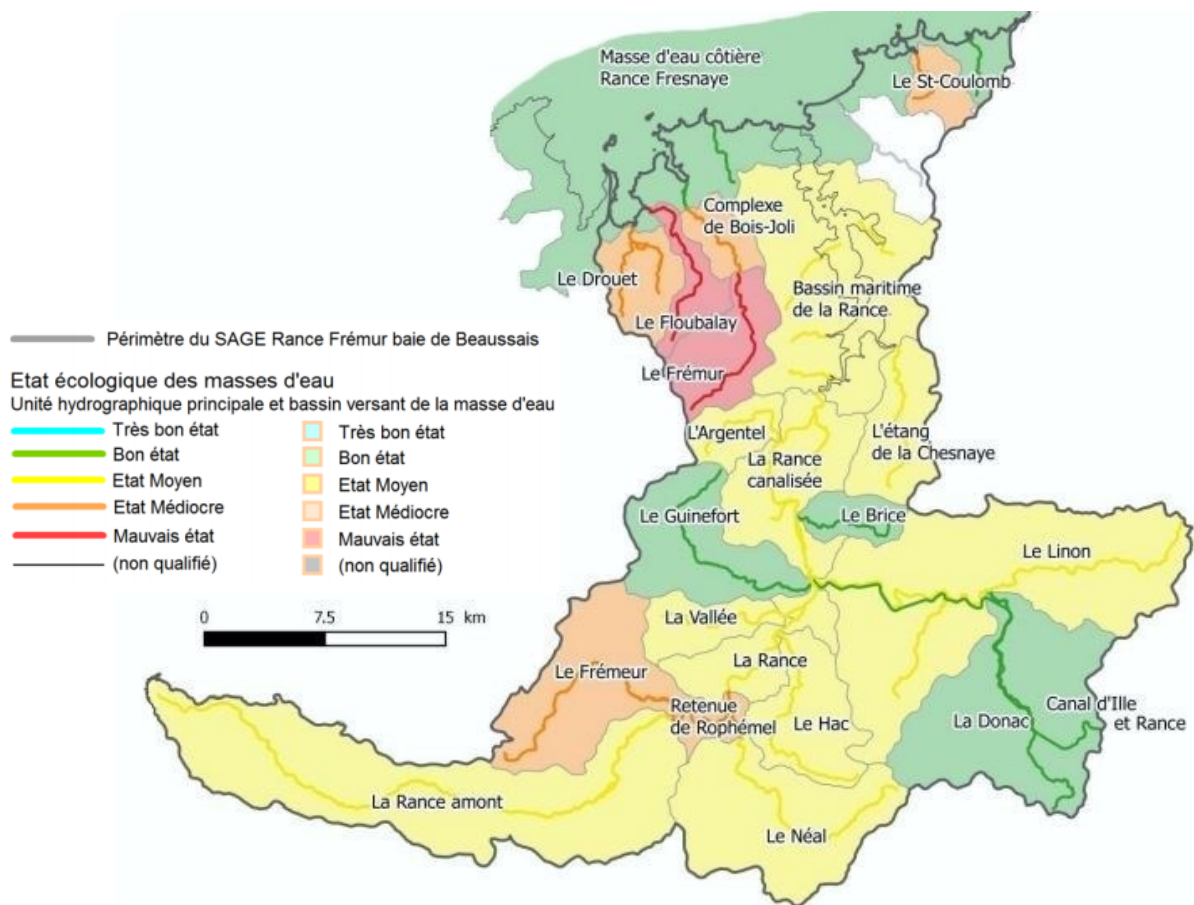


Figure 1.9 État écologique des masses d'eaux superficielles du bassin versant en 2014 (tiré de : CLE RFBB, 2015)

On observe qu'une grande partie des 23 masses d'eau superficielles présentent un état écologique moyen. Six masses d'eau sont dans un état médiocre ou mauvais en 2014 et seulement quatre sont dans un bon état écologique. Cela signifie qu'un ou plusieurs des paramètres pris en compte présentaient des écarts par rapport aux conditions de référence, c'est-à-dire les conditions habituellement observées pour un type de masse d'eau donné (OIEau et ONEMA, 2016b).

Pour le paramètre « nitrates », la figure 1.10 illustre l'évaluation de l'état chimique des cours d'eau en fonction des concentrations de nitrates mesurées dans les cours d'eau du bassin versant en 2014. L'état chimique d'une masse d'eau est déterminé par rapport au respect de normes de qualité environnementales (OIEau et ONEMA, 2016b). Pour le paramètre « nitrates » dans le périmètre du SAGE, il est nécessaire que 90 % des mesures, c'est-à-dire le percentile 90 (P90), présentent une concentration en nitrates inférieure à 25 milligrammes (mg) par litre (L) (CLE RFBB, 2013).

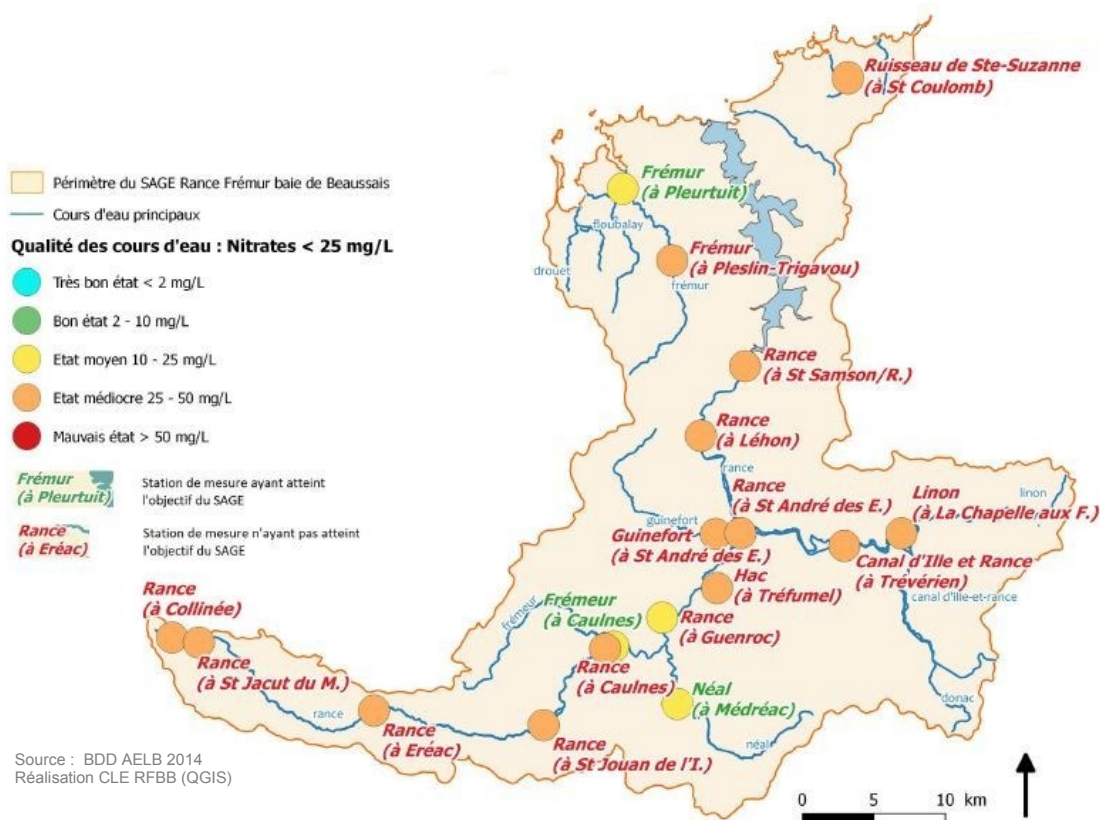


Figure 1.10 Qualité des cours d'eau et atteinte de l'objectif Nitrates du SAGE RFBB en 2014 (tiré de : CLE RFBB, 2015)

On peut d'abord constater que les concentrations en nitrates sont toutes inférieures au seuil réglementaire qui est à 50 mg/L, avec moins d'un quart des stations atteignant l'objectif du SAGE. En revanche, elles sont majoritairement comprises entre 30 et 50 mg/L (état médiocre). Les teneurs en nitrates tendent néanmoins à baisser depuis 1999, année de la mise en place de la CLE du SAGE Rance Frémur baie de Beausais, avec parfois de fortes variations d'une année à l'autre (CLE RFBB, 2015).

Afin d'assurer l'alimentation en eau potable, il est nécessaire d'établir des exigences de qualité minimale pour les eaux brutes qui sont destinées à l'alimentation humaine. Certains captages ne répondent pas aux objectifs de qualité d'eau. Ils ont été classés « prioritaires » ou « susceptibles de le devenir » par le Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion des Eaux (SDAGE), traduisant alors des choix de politiques publiques. Ces captages sont la cible de mesures plus ou moins contraignantes en vue d'améliorer la qualité de l'eau. Sur les 26 captages destinés à produire de l'eau potable dans le périmètre du SAGE, 7 sont ciblés par un enjeu de qualité d'eau vis-à-vis des nitrates. Ce point est détaillé dans le sous-chapitre 2.3, dans la section portant sur le SDAGE Loire-Bretagne.

Enfin, le territoire dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beausais est aussi sujet au problème des algues vertes, différentes des cyanobactéries (Figure 1.11).

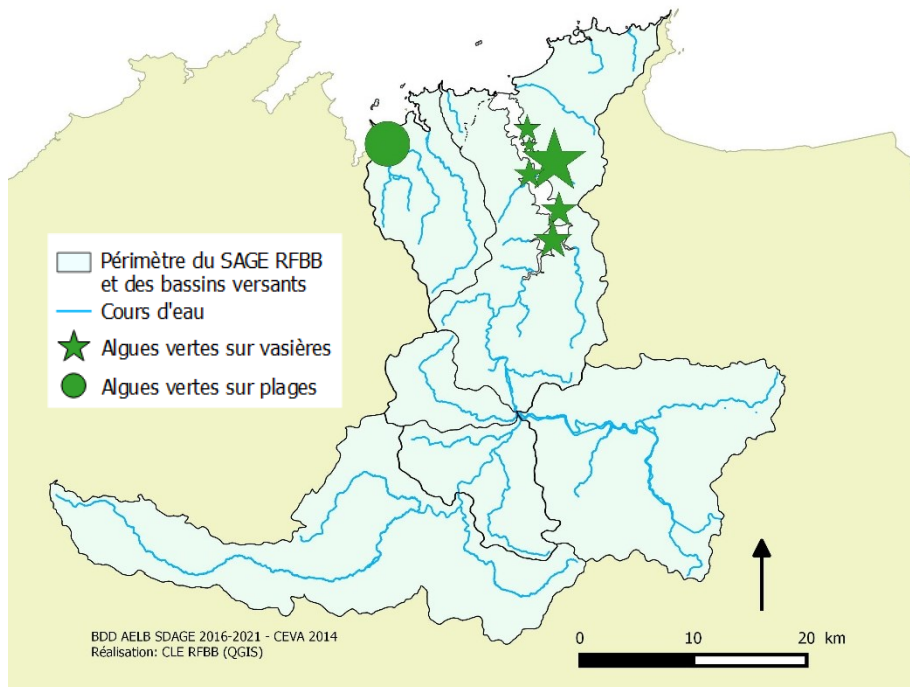


Figure 1.11 Localisation et types de marées vertes de 2007 à 2014 (inspiré de : Comité de bassin Loire-Bretagne, 2016)

Les organismes concernés sont le plus souvent des espèces du genre *Ulva* et leur prolifération excessive engendre des phénomènes d'eutrophisation, dits de marées vertes. Celles-ci se produisent le plus souvent en période estivale, lorsque les conditions de température et de luminosité sont favorables, et ne sont actuellement pas prévisibles d'une année à l'autre. Ces marées vertes peuvent avoir lieu soit dans une baie sableuse en eaux côtières, ce qui est le cas dans la baie de Lancieux, soit sur vasière, comme c'est le cas dans l'estuaire de la Rance. Lorsque les algues s'échouent, leur décomposition produit de l'ammoniac et de l'hydrogène sulfuré, un gaz très toxique. Outre l'enjeu de santé publique, les nuisances ont un impact économique négatif sur le territoire (coûts de ramassage, tourisme). Pour que des algues vertes se développent, il faut qu'il y ait conjointement un apport suffisant de nitrates dans un milieu maritime donné et que ce milieu récepteur soit favorable à la croissance des algues vertes (géographie, lumière, température). Une veille sur les échouages d'algues vertes est menée à l'échelle de la Bretagne par le Centre d'Étude et de Valorisation des Algues (CEVA). (CEVA, 2010; DRAAF de Bretagne, 2015a; M. Lacocquerie, échange téléphonique, 17 juin 2016)

On peut ainsi constater que, bien que non dramatique, les enjeux vis-à-vis des nitrates sont réels dans le bassin versant de la Rance, du Frémur et de la baie de Beausais. Les facteurs pédoclimatiques ont une influence certaine sur les fuites de nitrates vers les cours d'eau : ils favorisent d'une part la minéralisation de l'azote organique dans les sols agricoles lors d'automne doux et humides, d'autre part le drainage des nitrates avec de fortes précipitations et des sols filtrants lors de l'interculture hivernale. Cependant, les facteurs pédoclimatiques ne constituent pas le paramètre majoritaire pour expliquer les fuites de nitrates et

les pollutions diffuses liées à l'azote : les pratiques agricoles sont déterminantes, notamment par les quantités de fertilisants azotés qui sont apportées sur les parcelles agricoles et les conditions dans lesquelles les apports sont effectués.

1.2 Activités agricoles dans le bassin versant et fuites de nitrates

Les objectifs de cette section sont de décrire les principales activités agricoles du territoire et les spécificités éventuelles des sous-bassins versants, et de les relier à la problématique des fuites d'azote. Les données sur lesquelles ce chapitre s'appuie sont d'abord présentées, puis la surface agricole utile dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais est exposée. L'élevage, en termes d'azote, dans le bassin versant est ensuite détaillé, de même que les cultures majoritaires que l'on retrouve. Enfin, la relation entre pratiques agricoles et fuites de nitrates est précisée.

1.2.1 Données agricoles disponibles

On peut noter qu'il n'existe pas d'organisme qui bancarise les données agricoles de manière fréquente et exhaustive en Bretagne. Aussi, ce sous-chapitre s'appuie essentiellement sur les résultats du recensement général agricole de 2010 et des enquêtes par bassins versants menées par le Service régional de l'information statistique et économique (SRISE) de la DRAAF de Bretagne en 2011, ainsi que sur les données de la CLE.

Le recensement agricole est une obligation légale pour chaque agriculteur installé en France et rend public des données exhaustives : ce dispositif inventorie toutes les exploitations de France (MAAF, 2010). Il a été réalisé successivement en 1970, 1979, 1988, 2000, le dernier étant en 2010 (MAAF, 2009b). Les données issues d'autres protocoles proviennent d'enquêtes, comme celle menée par la DRAAF de Bretagne en 2011, et nécessitent le recours aux traitements statistiques pour extrapoler et donner une estimation à l'échelle du territoire. Toutefois, ces données sont intéressantes pour la diversité des variables prises en compte. Pour la pression azotée, qui informe sur la pression exercée par l'élevage, c'est essentiellement la déclaration de flux d'azote de 2013-2014 qui est prise en compte dans cet essai (DRAAF de Bretagne, 2016).

Chacune des méthodes présente des avantages et des inconvénients (Annexe 6) : c'est pourquoi il a été choisi de prendre en compte les données disponibles dans leur ensemble, reprenant ainsi la démarche adoptée par la DRAAF de Bretagne pour l'élaboration de fiches par bassins versants (DRAAF de Bretagne, 2012), complétée avec la déclaration de flux d'azote de 2013-2014.

1.2.2 Surface agricole utile et exploitations

Avant de détailler les productions animales et les superficies cultivées, il est essentiel de prendre connaissance de la surface agricole utile (SAU) des différents territoires. Il s'agit d'une « notion normalisée dans la statistique agricole européenne, qui comprend les terres arables (y compris pâturages temporaires,

jachères, cultures sous abri, jardins familiaux...), les surfaces toujours en herbe et les cultures permanentes (vignes, vergers...) » (Institut national de la statistique et des études économiques [INSEE], s. d.). Ces données sont présentées dans le tableau 1.1, de même que le nombre d'exploitations selon les échelles.

Tableau 1.1 Surface agricole utile et nombre d'exploitations en 2010 (compilé d'après : DRAAF de Bretagne, 2012 et 2015b)

Échelle	Bretagne	Périmètre du SAGE RFBB	Haute-Rance	Linon	Guinefort	Rance aval Faluns	Frémur baie de Beussais
Superficie totale (ha)	2 750 667	133 000	37 384	30 387	6 044	46 604	12 304
SAU (ha)	1 638 227	82 343	26 718	20 715	3 451	24 203	7 256
SAU (%)	62	62	71	68	57	52	59
Nombre d'exploitations	34 447	1 566	513	413	41	588	113

Les sous-bassins versants présentant les plus grandes proportions de surfaces agricoles sont la Haute-Rance et le Linon, celui de la Rance aval – Faluns étant celui qui en présente le moins avec un peu plus de 50 %. Dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beussais, les sous-bassins versants du Guinefort et du Frémur baie de Beussais sont ceux qui possèdent le moins d'exploitations agricoles, ce qui s'explique par leur faible superficie totale en comparaison des autres sous-bassins versants.

On peut en déduire que l'occupation du territoire du SAGE Rance Frémur baie de Beussais est dominé par l'agriculture avec 65 à 70 % de la superficie totale recouverte par des surfaces agricoles. Ceci est particulièrement le cas pour le sous-bassin versant de la Haute-Rance et du Linon, soit les têtes du bassin versant de la Rance, avec plus de deux tiers de leur territoire en SAU. Le sous-bassin versant de Rance aval - Faluns est celui qui présente le moins de SAU.

Il existe des données de SAU plus récentes datant de 2014 obtenues grâce au registre parcellaire graphique (RPG). Ce dispositif permet d'obtenir des données actualisées tous les ans lorsque les exploitants déclarent leurs surfaces agricoles en vue d'obtenir des aides de l'Union européenne (Agence des Services et de Paiement, 2016). Il faut noter que la SAU réelle est sous-estimée étant donné que certains exploitants ne sont pas soumis à cette déclaration annuelle. L'INRA a estimé qu'en moyenne 8,5 % à 10 % des SAU ne sont pas répertoriées par le RPG, avec des écarts pouvant aller jusque plus de 60 % pour les cultures permanentes. Aussi, les SAU pour 2014 sont données à titre indicatif dans l'annexe 7. (Cantelaube et Carles, 2014; Labat, s. d.)

Dans le périmètre du SAGE, 30 372 îlots cultureux ont été déclarés pour l'année 2014, la SAU représente une surface totale de 84 000 ha en 2014, ce qui est cohérent avec les données de 2010. Si l'on prend en compte les estimations de l'INRA, cette surface serait comprise entre 91 000 et 92 500 ha. (RPG, donnée interne, 2014). Les surfaces de ces îlots ont été obtenues par le calculateur de champ intégré au logiciel *Quantum Gis*, à partir des îlots enregistrés et cartographiés dans le RPG. Ces surfaces sont égales ou supérieures aux surfaces déclarées. Cela peut être vérifié par une analyse orthophotographique et

s'explique par le fait qu'un exploitant peut ne pas mettre en production la totalité de son îlot cultural. En effet, la surface totale déclarée est de 60 250 ha, soit près de 30 % de moins que la surface calculée.

1.2.3 Principaux élevages du bassin versant

Cette section traite des pratiques d'élevage dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beausais. Les animaux d'élevage consomment l'azote contenu dans les végétaux en s'alimentant; leurs déjections contiennent de l'azote et peuvent être utilisées pour fertiliser les champs. Dans le cas du pâturage, la restitution de l'azote consommé est considérée comme directe.

L'effectif total et la densité par surface agricole utile sont présentés respectivement dans les tableaux 1.2 et 1.3 pour les différents sous-bassins versants. Les densités animales sont obtenues par calcul, en effectuant le ratio des effectifs par rapport à la SAU; la mention « non applicable » (n/a) indique que la donnée n'est pas disponible. Sur l'ensemble des sous-bassins versants, cela représente un cheptel total équivalent à 240 809 Unités Gros Bétail (UGB) (CLE RFBB, 2013).

Tableau 1.2 Effectifs des cheptels présents sur le territoire en 2010 (compilé d'après: DRAAF de Bretagne, 2012)

Effectifs (en milliers d'unités)	Périmètre du SAGE RFBB	Haute-Rance	Linon	Guinefort	Rance aval - Faluns	Frémur baie de Beausais
Bovins	106,4	37,1	31,7	2,9	26,8	7,9
- Vaches laitières	37,8	12,7	11,1	1,1	10,1	2,8
Porcins	385,9	168,5	89,0	3,7	86,8	37,9
- Truies mères	27,5	12,3	6,2	0,0	6,2	2,8
- Porcs charcutiers	239,2	108,1	55,1	2,5	54,7	18,8
Volailles	1 647,8	879,8	300,5	n/a	467,5	n/a
- Poules pondeuses	238,1	149,8	n/a	n/a	88,3	n/a
- Poulets de chair	1 379,7	700,0	300,5	0,0	379,2	n/a

Tableau 1.3 Densités animales selon l'échelle considérée en 2010

Densité (en unités/ha)	Périmètre du SAGE RFBB	Haute-Rance	Linon	Guinefort	Rance aval - Faluns	Frémur baie de Beausais
Bovins	1,29	1,39	1,53	0,84	1,11	1,09
Porcins	4,69	6,31	4,30	1,07	3,59	5,22
Volailles	20,01	32,93	14,51	n/a	19,32	n/a

On observe que les sous-bassins versants présentent chacun des spécificités. La Haute-Rance présente les plus fortes densités animales pour l'élevage de volailles. Pour ce qui est de l'élevage porcin, il est important surtout dans le sous-bassin versant de la Haute Rance, mais aussi celui du Frémur baie de Beausais. Pour l'élevage bovin, le Linon est en tête, suivi de la Haute-Rance. Le sous-bassin versant du Guinefort est celui présentant le moins de densités animales sur son territoire.

La connaissance des effectifs des cheptels permet de calculer la production d'azote à l'échelle d'un territoire, grâce aux tables produites par le comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (CORPEN). Le CORPEN a été créé à l'échelle nationale en 1984, puis a été remplacé par des groupes régionaux d'expertise « nitrates » (GREN) en 2011. Les membres du GREN font partie de plusieurs structures (services de l'État, chambres d'agriculture, Agence de l'eau, etc.); la présidence est assurée par le préfet de la région, conformément à l'arrêté ministériel du 20 décembre 2011. Les normes actuellement utilisées pour définir la quantité d'azote produite sont celles établies par le CORPEN et rendues officielles par arrêté ministériel le 19 décembre 2011.

Les différents types d'effluents ont des caractéristiques azotées différentes et ne sont pas tous valorisés de la même façon par les cultures (Figure 1.12). Le coefficient d'équivalence engrais minéral (Keq) traduit cela, il correspond à la fraction, ou le pourcentage, de l'azote total contenu dans un engrais de ferme qui pourra être utilisé par la culture pour laquelle il est apporté. (Moreau, 2014)

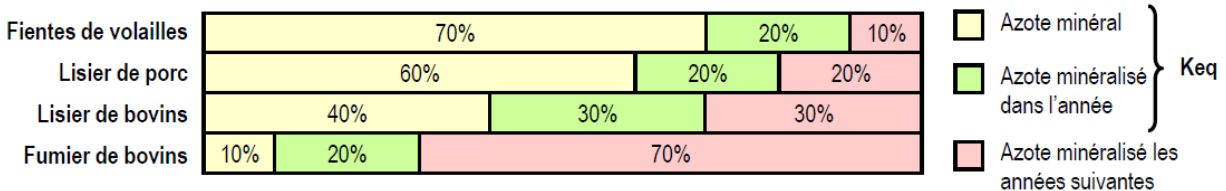


Figure 1.12 Fractions d'azote valorisable par type d'effluents d'élevage (tiré de : Moreau, 2014)

Pour rappel, l'azote minéral représente les formes d'azote directement assimilables par les végétaux. Il apparaît que les fumiers de bovins sont les effluents d'élevage qui sont le moins bien valorisables par les cultures durant les deux premières années, avec un Keq de 30 %. Au contraire, les lisiers présentent des potentiels de valorisation intéressants pour l'année de l'épandage et pour l'année suivante, leurs Keq allant de 70 à 90 %.

Selon les types d'effluents, les pertes d'azote sont de plusieurs natures et en proportions différentes. En élevage bovin et bovin-laitier, on peut distinguer deux types de filières : le pâturage et la stabulation. Au pâturage, l'azote est apporté par les déjections (bouses, pissats). Dans ce cas, les pertes d'azote se font surtout par volatilisation (environ 10 % de l'azote excrété) et le reste de l'azote est soit intégré à la matière organique du sol, soit directement utilisée par la prairie. La lixiviation peut provoquer des pertes de l'azote excrété dans les pissats (jusqu'à 30 %) et dans les bouses (jusqu'à 15 %), ce risque étant fortement augmenté lors d'épisodes de fortes pluies. En stabulation, les effluents sont émis dans le bâtiment d'élevage puis stockés sous forme de lisier ou de fumier, avec parfois des mélanges; ils sont ensuite épandus dans les champs. Pour ce type de gestion des effluents, les pertes d'azote par volatilisation dans les bâtiments et lors du stockage représentent plus de 20 %; les pertes liées à l'épandage représentent quant à elles 10 à 15 % de l'azote initialement excrété, ce qui laisse entre 60 et 70 % d'azote utilisable par les cultures. (Moreau, 2014; Peyraud et al., 2012)

En élevage porcin, les deux principales filières sont l'élevage sur caillebotis et sur litière. La gestion des effluents est similaire à celle de l'élevage bovin en stabulation. Sur caillebotis, les pertes d'azote par volatilisation représentent environ 25 % de l'azote excrété. Une fois épandu, les pertes à l'épandage peuvent être très variables, allant de 0 à 40 %, le reste étant utilisable par la plante. Sur litière, les pertes par volatilisation sont beaucoup plus importantes, allant de 60 à 70 % de l'azote excrété selon le type de litière (paille, sciure). Les pertes à l'épandage sont un peu plus faibles (moins de 5 %). (Moreau, 2014; Peyraud et al., 2012)

L'élevage avicole est très sujet aux pertes d'azote par volatilisation dans les bâtiments. Dans le bâtiment d'élevage, les pertes peuvent correspondre jusqu'à la moitié de l'azote excrété par les volailles; dans les espaces de stockage, entre 10 et 20 % de l'azote peut se volatiliser. Aussi, seuls 40 à 60 % de l'azote sont finalement épandables, auxquels il faut ôter par la suite des pertes par lixiviation (5 à 10 % de l'azote total excrété). La gestion des effluents de volailles dépend du type d'élevage, selon si elles sont en cage ou au sol. (Moreau, 2014; Peyraud et al., 2012)

En fonction de la taille des cheptels et de l'azote contenu dans les effluents d'élevage, des pressions azotées organiques ont pu être établies pour l'année 2014, données disponibles les plus récentes. La pression azotée peut être calculée de plusieurs manières, selon la nature des fertilisants pris en compte et les surfaces considérées. Ici, la pression azotée correspond à la quantité d'azote effectivement épandue sur les parcelles, une fois les imports et les exports d'effluents d'élevage entre exploitations réalisés. Les données sont présentées dans le tableau 1.4, ce qui permet de comparer la pression azotée sur les différents territoires.

Tableau 1.4 Pressions azotées en 2013-2014 (tiré de : DRAAF de Bretagne, 2016)

Territoire	SAGE RFBB	Haute-Rance	Linon	Guinefort	Rance aval - Faluns	Frémur baie de Beaussais
Pression d'azote total épandu (kg/ha/an)	187,6	183,6	203,6	175,3	183,9	172,9
Pression d'azote issu d'effluents d'élevage épandu (kg/ha/an)	108,5	120,0	113,9	98,8	94,9	94,4
Pression d'azote d'autres origines épandu (kg/ha/an)	79,2	63,5	89,7	76,6	89,0	78,5
Pression d'azote minéral épandu (kg/ha/an)	77,7	62,6	89,0	76,5	86,6	75,3
Pression d'azote organique épandu (kg/ha/an)	109,9	120,9	114,6	98,9	97,3	97,6

On observe que les sous-bassins versants du Linon et de la Haute-Rance sont ceux ayant les plus fortes pressions azotées totales et organiques, traduisant les fortes activités d'élevage sur leur territoire. Les sous-bassins du Guinefort et du Frémur baie de Beaussais présentent les pressions d'azote total épandu les plus faibles dans le périmètre du SAGE. Pour ce qui est des pressions d'azote organique, les plus fortes sont celles du sous-bassin versant de la Haute-Rance et celui du Linon. Pour les autres sous-bassins versants, elles sont sensiblement identiques avec des valeurs inférieures à 100 kg N/ha/an.

1.2.4 Surfaces cultivées

L'identité agricole sur un territoire est aussi définie par l'occupation de ses terres agricoles. Une des conséquences des activités d'élevage est la présence de cultures destinées à alimenter le bétail. Ce sont le plus souvent autant de parcelles disponibles pour l'épandage des effluents d'élevage.

Le tableau 1.5 permet de caractériser les activités culturales dans le bassin versant étudié. Les surfaces ont été obtenues par calcul grâce aux outils de traitement du logiciel *Quantum GIS*.

Tableau 1.5 Assolement dans le périmètre du SAGE RFBB en 2014 (compilé d'après : RPG, donnée interne, 2014)

Groupes de culture	Surface (ha)
Maïs grain et ensilage	23 936
Prairies temporaires	19 249
Blé tendre	18 099
Prairies permanentes	5 425
Divers	4 856
Orge	3 645
Colza	2 262
Autres céréales	2 228
Légumes-fleurs	2 018
Autres gels	1 061
Vergers	551
Fourrage	283
Protéagineux	275
Estives landes	31
Autres oléagineux	23
Autres cultures industrielles	17
Semences	6
<i>Non renseigné</i>	2

On constate que les cultures du maïs grain et fourrage, et du blé tendre, ainsi que les prairies temporaires sont majoritaires. Ces trois dominances sont retrouvées sur tous les sous-bassins versants, les cultures de maïs étant les plus représentées, puis des prairies temporaires, suivies des cultures de blé tendre (Annexe 7). Les cultures légumières sont presque toutes concentrées au nord du sous-bassin versant de la Rance aval - Faluns sur la frange littorale étant donné que c'est une zone non gélive. L'annexe 8 présente la composition des groupes culturaux. (RPG, donnée interne, 2014)

On observe aussi que la surface totale en prairies à l'échelle du SAGE est de plus de 24 500 ha, soit supérieure à la surface en maïs totale. Sur ces 24 500 ha, plus des trois quarts sont des prairies temporaires et environ un quart se compose de prairies permanentes. Une prairie est dite permanente, ou surface toujours en herbe, lorsqu'elle a plus de cinq ans. Les prairies temporaires sont les prairies renouvelées depuis moins de six ans. Une prairie peut être détruite par retournement si l'exploitant veut la remplacer par des cultures ou autre. Sur les prairies, l'azote est assez bien absorbé par le couvert végétal, même en hiver.

Lors du pâturage, l'azote assimilé par le bétail via l'alimentation est généralement restitué directement à la prairie via les déjections. Comme vu précédemment, l'azote contenu dans les lisiers et fumiers est surtout sous forme organique et est minéralisé progressivement. En revanche, un retournement de prairie entraîne une minéralisation très importante, ce qui augmente les quantités d'azote minéral dans les parcelles et donc les risques de fuites de nitrates. (Moreau, 2014)

L'assolement et les rotations ont une incidence sur les fuites d'azote, menant certains acteurs à créer des références agronomiques pour estimer le lessivage des nitrates. La collaboration entre l'INRA et la CRAB a permis en 2011 la publication d'un certain nombre d'outils destinés à améliorer les pratiques agricoles intégrées à la gestion de l'eau; leur démarche se nomme « Territ'eau » (CRAB et INRA, 2012). Parmi ces outils, plusieurs grilles permettent d'estimer le coefficient de lessivage selon la culture implantée, le précédent cultural, le contexte climatique, le contexte pédologique, etc. Par exemple, pour une culture de maïs fourrage avec une lame drainante de 200-300 mm, l'azote lixivié peut représenter 8 kg N/ha/an si une culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN) est implantée avant le 30 septembre; par contre, pour cette même culture, l'azote lixivié peut être de 66 kg N/ha/an si la lame drainante est supérieure à 400 mm et si la CIPAN est implantée après le 10 octobre (CRAB et CRAB, 2012). Plus récemment, le GREN de Bretagne a établi des grilles similaires par type de culture et selon les objectifs de rendements, rendues officielles par l'arrêté préfectoral du 25 juin 2015 (DRAAF de Bretagne, 2015c).

Les CIPAN sont des couverts végétaux implantés en interculture hivernale. Leur implantation est actuellement obligatoire sur toute la Bretagne et leur fertilisation est interdite par la Directive Nitrates (voir chapitre 2). Ces types de couverts permettent de ne pas laisser de sol nu en hiver, durant la période de précipitations, et évite la lixiviation d'une certaine fraction des nitrates encore dans les sols par assimilation (croissance végétale). Ces CIPAN ont ensuite plusieurs devenir : fourrage pour le bétail, engrais vert pour la culture suivante, etc. Globalement, tous les types de couverts végétaux en interculture semblent équivalents en termes d'assimilation de l'azote. Toutefois, les mélanges d'espèces sont intéressants car ils permettent par exemple la présence de systèmes racinaires complémentaires, menant ainsi à une meilleure couverture du sol par des physiologies végétales complémentaires. L'efficacité des CIPAN est surtout déterminée par les conditions d'implantation et la date d'implantation. (A. Courtois, entretien, 19 avril 2016; F. Thomas, entretien, 27 avril 2016)

1.2.5 Agriculture et fuites d'azote

Les pratiques agricoles peuvent varier d'une exploitation à l'autre, certaines favorisent plus que d'autres les fuites d'azote. Afin de les limiter, les agriculteurs doivent tenir compte de plusieurs paramètres.

Par exemple, le stockage du fumier au champ est une pratique courante : le fumier est dans la majorité des cas déposé à l'entrée de la parcelle, soit souvent proche du fossé de route. Cela accroît considérablement les risques de pollution des eaux locales par ruissellement direct des éléments contenus dans le fumier (phosphore, nitrates). (Moreau, 2014; Peyraud et al., 2012; A. Courtois, entretien, 19 avril 2016)

Les pratiques d'épandage peuvent entraîner des pertes d'azote pour plusieurs raisons. D'une part, si les fertilisants sont épandus en surface, les pertes par volatilisation peuvent s'avérer importantes, ou par ruissellement si des épisodes pluvieux surviennent peu après. Un matériel agricole adapté permet d'enfouir les engrais de ferme plutôt que de les laisser en surface, réduisant ainsi les risques de pertes. D'autre part, si les apports de fertilisants azotés sont décalés par rapport aux besoins des cultures, il y a de grandes chances pour que l'azote ne soit pas complètement utilisé. Un fractionnement des doses, notamment sur les cultures céréalières permet de réduire ces risques et d'améliorer les rendements. Par exemple, sur les cultures de blés, l'idéal est de réaliser trois apports, à des stades précis de la croissance végétale. (Moreau, 2014; Peyraud et al., 2012; A. Courtois, entretien, 19 avril 2016; F. Thomas, entretien, 27 avril 2016)

Une fois les récoltes terminées, les quantités d'azote organique et minéral non utilisé par les cultures restent dans les sols. L'azote organique subit des processus de minéralisation, augmentant la part d'azote minéral dans les sols. La quantité d'azote minéral, étant soluble, sera en grande partie lixiviée hors des parcelles par les précipitations hivernales, et donc perdu pour les cultures suivantes. C'est pourquoi le surpâturage et les apports excédentaires amplifient les risques de fuites d'azote en augmentant les quantités d'azote non utilisé. (A. Courtois, entretien, 19 avril 2016; F. Thomas, entretien, 27 avril 2016; Journée agriculture à très basses fuites d'azote, conférence, 31 mai 2016).

Pour réduire la part d'azote minéral lixivié, l'exploitant peut en revanche planter des CIPAN, qui pomperont l'azote minéral pour combler leurs besoins physiologiques. La CIPAN pourra alors restituer l'azote sous forme organique lors de sa destruction au printemps, il sera alors minéralisé et disponible pour la culture suivante. Les couverts végétaux permanents constituent également une solution pour réduire la part d'azote minéral lixivié. (A. Courtois, entretien, 19 avril 2016; F. Thomas, entretien, 27 avril 2016; Journée agriculture à très basses fuites d'azote, conférence, 31 mai 2016).

Il est donc possible d'identifier plusieurs pratiques à risque pour expliquer les fuites de nitrates des parcelles vers les cours d'eau :

- un excédent de fertilisation : celui-ci peut être dû à un manque de raisonnement, un surplus d'effluents à éliminer, à une mauvaise estimation de la dose à apporter, ou à un rendement attendu non réalisé (excédent non prévisible);
- une mauvaise application des prévisionnels de fumure;
- un décalage entre les disponibilités de l'azote et les besoins des cultures;
- une mauvaise gestion du bétail sur les prairies et des retournements de prairies;
- une couverture de sol inefficace en période de lessivage. (CEVA et Agrocampus Rennes, 2006)

Afin de pallier à ces risques, les politiques publiques se sont saisies du sujet des fuites d'azote d'origine agricoles et des réglementations régulièrement mises à jour ont été instaurées.

2 RÉGLEMENTATIONS ET POLITIQUES RELATIVES À L'AZOTE

Les cours d'eau ne s'arrêtent pas aux frontières administratives, comme illustré dans le précédent chapitre. Il est donc nécessaire d'établir une gestion de l'eau cohérente sur plusieurs échelles géographiques pour garantir sa protection et sa qualité. Ce deuxième chapitre présente les mesures réglementaires et les politiques qui encadrent l'azote et ses usages, concernant la qualité de l'eau et les pratiques agricoles. Quatre échelles d'application sont détaillées : européenne, nationale, régionale et locale. Seules les principales dispositions sont présentées.

2.1 Dispositions communautaires

Ce sous-chapitre présente les actes établis par les institutions de l'Union européenne. Il ne s'agit pas de droit européen au sens strict du terme car celui-ci désigne l'Europe géographique. Pour différencier ces différents droits, on parle donc ici de droit communautaire ou de droit de l'Union européenne. Les différents actes juridiques possibles et les premières directives portant sur l'eau sont successivement présentés. Puis un accent est mis sur deux directives européennes fondamentales.

2.1.1 Actes juridiques communautaires

Au niveau communautaire, plusieurs actes juridiques peuvent être identifiés : le règlement, la directive, la décision, la recommandation et l'avis. Les trois premiers actes sont obligatoires, c'est-à-dire que les États membres visés doivent s'y soumettre, contrairement aux deux derniers types d'actes. La recommandation et l'avis ne sont pas détaillés.

La décision est obligatoire dans toutes ses dispositions et applicable directement, sans transposition dans le droit national; elle ne concerne que les États membres spécifiquement désignés. La directive, quant à elle, définit des obligations de résultats vis-à-vis d'objectifs qu'elle fixe dans des délais imposés, mais elle laisse aux États membres visés le choix des moyens et de la forme. Cela implique qu'elle doit être traduite en droit national. Le règlement est pour sa part obligatoire : ses dispositions doivent être appliquées par les États membres telles que définies par le règlement. Concernant la qualité de l'eau, on peut observer que les actes juridiques sont essentiellement des directives. (Direction de l'information légale et administrative, 2013)

2.1.2 Premières directives portant sur la gestion et la qualité de l'eau

Dès les années 1970, la Communauté économique européenne (CEE), appelée actuellement Union européenne, a reconnu l'importance de préserver les eaux de la pollution par les nitrates. La première directive en ce sens a été la Directive 75/440/CEE afin de garantir la qualité des eaux superficielles, fixant alors la teneur en nitrates maximale des eaux superficielles à 50 mg/L destinée à la production d'eau alimentaire. Puis cinq ans plus tard, la Directive 80/778/CEE du 15 juillet 1980 ajoute une valeur de

référence, dite « niveau guide ». Pour les nitrates, ce niveau guide est à 25 mg/L, qui est une valeur seuil optimale.

Il faut attendre les années 1990 pour observer une première politique communautaire forte vis-à-vis des pollutions de l'eau liées aux nitrates : la Directive Nitrates.

2.1.3 Directive Nitrates et zones vulnérables

La directive européenne 91/676/CEE du 12 décembre 1991, appelée Directive Nitrates, vise à réduire la pollution des eaux souterraines et superficielles par les nitrates d'origine agricole. Cette directive vise à « réduire la pollution des eaux provoquées par les nitrates utilisés à des fins agricoles » et « à prévenir toute nouvelle pollution » (article premier). Cette directive, imposée aux États membres de l'Union européenne, prévoit les éléments suivants :

1. l'identification des eaux de surface et souterraines touchées par la pollution par les nitrates ou susceptibles de l'être (article 3);
2. la désignation des zones vulnérables qui sont toutes les zones connues qui alimentent les eaux identifiées (article 3);
3. l'établissement « d'un ou des codes de bonne pratique agricole à mettre en œuvre volontairement par les agriculteurs » (article 4);
4. l'élaboration de programmes d'action contenant des mesures obligatoires à mettre en œuvre sur les zones vulnérables (article 5);
5. la mise en place de programmes de surveillance pour évaluer l'efficacité des programmes d'actions, avec un réexamen de ceux-ci au moins tous les quatre ans (article 5);
6. un rapportage national tous les quatre ans avec, entre autres, des résumés des programmes d'action et des résultats de surveillance (article 10).

Les zones vulnérables à la pollution par les nitrates sont cartographiées et désignent donc toutes les zones connues du territoire qui, d'une part, alimentent les eaux atteintes par la pollution par les nitrates ou susceptibles de l'être, et qui contribuent à cette pollution d'autre part (article 3).

Afin de prévenir la pollution de toutes les eaux par les nitrates d'origine agricole, les codes de bonne pratique des États membres doivent permettre à tous les agriculteurs, situés en zones vulnérables ou non, d'adopter volontairement des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Ces codes de bonne pratique agricole portent notamment sur les pratiques d'épandage et les cuves de stockage des effluents. À cela peuvent s'ajouter des éléments portant sur la gestion des terres, les couvertures végétales durant les périodes pluvieuses, les plans de fertilisation, la prévention de la pollution dans le cas des cultures irriguées.

Les programmes d'action, quant à eux, doivent définir des mesures obligatoires sur les zones vulnérables. Elles sont décrites dans l'annexe III de la directive et portent sur des interdictions d'épandage pour certaines

périodes, sur des limitations d'épandage, et fixent à 170 kg d'azote la quantité maximale d'effluents d'élevage épandue par hectare.

Plusieurs effets de la directive sont observés : entre 2004 et 2007, 70 % des eaux superficielles et 66 % des eaux souterraines voient leur qualité s'améliorer ou se stabiliser. En 2010, près de 40 % du territoire de l'Union européenne faisait l'objet de programmes d'action. On peut aussi souligner que la Directive Nitrates est très liée à d'autres politiques environnementales communautaires : elle fait partie intégrante de la DCE dès l'année 2000, ainsi que la directive sur la protection des eaux souterraines en 2006. La Directive Nitrates est également soutenue par la Politique agricole commune qui alloue des aides aux agriculteurs sous certaines conditions, dont des conditions environnementales. (Union européenne, 2010)

2.1.4 Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

La directive 2000/60/CE dite établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau est entrée en vigueur le 22 décembre 2000. Cette directive, ou DCE, abroge des directives antérieures, dont les directives 75/440/CEE et 80/778/CEE présentées ci-dessus. Il s'agit d'une directive majeure concernant la gestion et la protection de l'eau dans l'Union européenne : donnant à l'eau le statut de « patrimoine à protéger, défendre et traiter comme tel », elle impose des objectifs, ainsi qu'une obligation de résultats à tous les pays membres de l'Union européenne.

L'échelle utilisée pour la gestion est celle du bassin hydrographique, telle que présentée dans le chapitre 1 (Figure 1.1). Cette directive vise le bon état quantitatif, écologique et chimique des masses d'eau. La masse d'eau est l'unité utilisée pour le suivi de l'eau dans les États membres de l'Union européenne. Les objectifs de la DCE sont de :

- « gérer durablement les ressources en eau,
- préserver les écosystèmes aquatiques, les eaux souterraines de toute pollution,
- approvisionner la population en eau potable de bonne qualité,
- limiter les rejets polluants de toute planifier et programmer sa gestion,
- associer les usagers » (OIEau, 2015).

Les États membres de l'Union européenne doivent adopter une méthode de travail commune, définie par la DCE. Quatre éléments principaux la composent : l'état des lieux, le plan de gestion, le programme de mesure et le programme de surveillance. La façon dont ils s'articulent est présentée en figure 2.1.

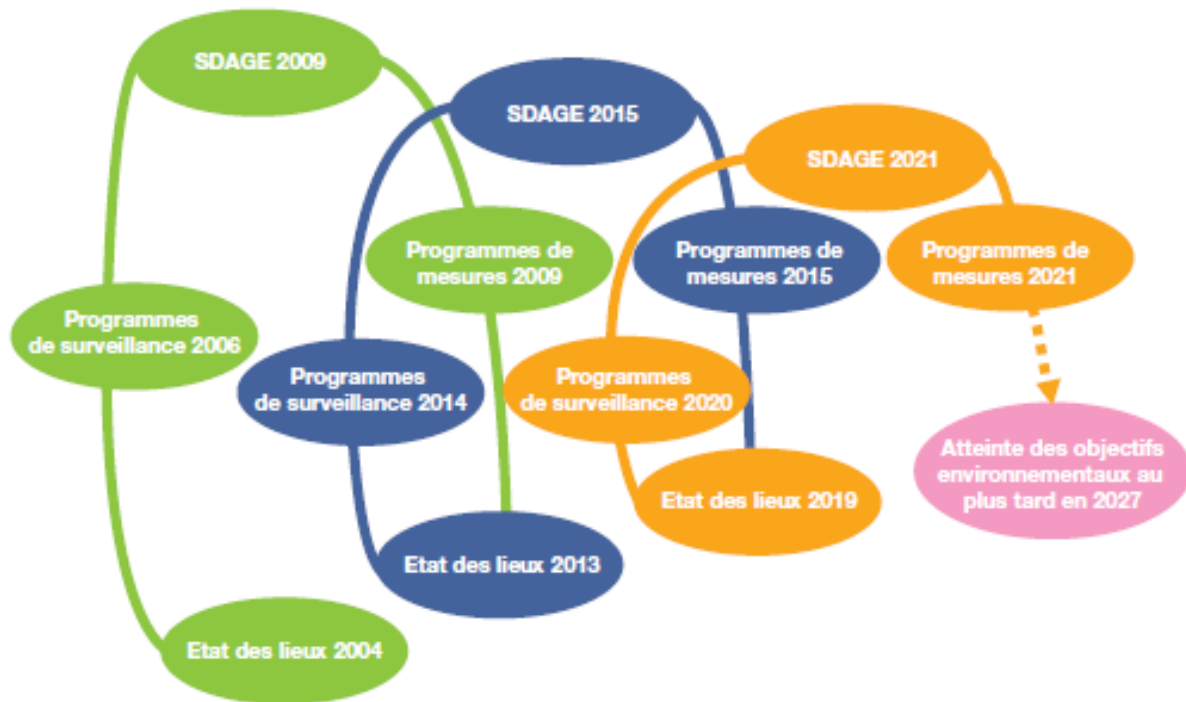


Figure 2.1 Cycles de gestion de la DCE (tiré de : ONEMA, s. d.)

Le premier état des lieux est donc réalisé en 2004 et le dernier délai accordé pour l'atteinte des objectifs est 2027. À l'instar de la Directive Nitrates, les données collectées lors des différents programmes doivent être transmises à la Commission européenne par le biais d'un rapportage. Pour la France, le dernier rapportage a eu lieu en 2010. (ONEMA, s. d.)

Des directives filles sont également adoptées : la directive 2006/118/CE du 12 décembre 2006 sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration, et la directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau. La directive de 2006 reprend les normes précisées dans la DCE pour les nitrates, à savoir une concentration en nitrates ne devant pas dépasser 50 mg/L d'eau.

De fait, chaque État membre de l'Union européen est responsable de mettre en œuvre cette Directive Nitrates. On peut également noter que la Directive Nitrates fait partie intégrante de la DCE, texte majeur pour la politique de l'eau dans l'Union européenne et en France. Ces différentes directives européennes doivent être traduites en droit national français afin d'être mises en œuvre.

2.1.5 Politique agricole commune (PAC)

On ne saurait détailler des dispositions européennes sans aborder la PAC. Mise en place en 1962, c'est-à-dire cinq ans après la création de la Communauté européenne, elle avait pour objectifs initiaux :

- « d'accroître la productivité de l'agriculture;
- d'assurer un niveau de vie équitable à la population agricole;

- de stabiliser les marchés;
- de garantir la sécurité des approvisionnements;
- d'assurer des prix raisonnables aux consommateurs » (Vie publique, 2013).

Au fil des années, d'autres enjeux se sont intégrés tels que la protection de l'environnement, la sécurité sanitaire et le développement rural (Vie publique, 2013). Aussi, il est possible de distinguer deux piliers : le premier pilier est le soutien des marchés et des revenus agricoles, le second pilier de la PAC est la politique de développement rural. Ce dernier est défini comme « un ensemble de mesures qui visent à promouvoir [...] d'autres fonctions comme la contribution à l'aménagement du territoire, l'entretien des paysages ou encore le maintien de la biodiversité ». (Montpellier Supagro, s. d.a)

En termes d'aides, la PAC représente un budget annuel de l'Union européenne d'environ 59 milliards d'euros. Les aides proposées aux agriculteurs prennent essentiellement la forme de paiements directs, de mesures de marché et de programmes de développement rural. Les paiements directs représentent plus de 70 % de l'enveloppe budgétaire et sont accordés à l'exploitant sous réserve du respect des « normes environnementales, de sécurité et de bien-être animal ». Les mesures de marché, quant à elles, visent à sécuriser la commercialisation des différents produits agricoles, notamment en cas de fluctuation des prix ayant des impacts financiers négatifs pour l'agriculteur. Enfin, les programmes de développement rural concernent environ 25 % du budget de la PAC et couvrent des situations telles que « des projets d'investissement et de modernisation des exploitations agricoles, des aides à l'installation des jeunes agriculteurs, des mesures agro-environnementales, la reconversion biologique », etc. (Union européenne, 2016)

Encadrée par de nombreux règlements communautaires, la PAC fait l'objet de plusieurs réformes depuis 1992, année de création des paiements directs. La dernière réforme est la PAC 2014-2020 et traduit une volonté d'uniformiser les montants en fonction de la taille des exploitations plutôt que des références historiques. Cette réforme est aussi marquée par la suppression des quotas laitiers. Enfin, l'environnement est de plus en plus pris en compte avec un ensemble de pratiques « obligatoires et identiques dans l'ensemble de l'Union européenne ». (Supagro Montpellier, s. d.b)

Toutes ces dispositions communautaires influencent directement les politiques françaises dans les domaines de l'eau et de l'agriculture. Les règlements s'appliquent directement sans qu'une transposition en droit français soit nécessaire, ce qui n'est pas le cas des directives. Toutefois, on peut noter que la France s'est montrée soucieuse de la qualité de l'eau avant que l'Union européenne n'établisse sa première directive sur le sujet.

2.2 Réglementation nationale

Dès 1964, le gouvernement français légifère sur la qualité de l'eau. Certaines lois sont fondatrices de la politique de l'eau en France, d'autres viennent transcrire les directives européennes afin qu'elles puissent

s'appliquer. Aujourd'hui, les différentes dispositions françaises en droit de l'environnement sont rassemblées dans le Code de l'environnement, qui est brièvement présenté.

2.2.1 Lois fondatrices de la politique de l'eau en France

Tout d'abord, la première mesure législative remarquable est la loi n°64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution. Prémisses du droit de l'environnement en France, cette loi tente de lutter contre la pollution croissante des eaux et de veiller à l'alimentation en eau potable. Elle organise le territoire en six bassins hydrographiques, correspondant au découpage naturel des grands fleuves français. Cette décentralisation de la gestion de l'eau au niveau de chaque bassin a pour conséquence la création d'agences de l'eau et de comités de bassins. Les redevances sur les prélèvements d'eau et les rejets de polluants apparaissent à cette époque.

Puis, il s'agit de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992. Dès le premier article, elle reconnaît la ressource en eau comme « patrimoine commun de la nation », et établit que « sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels sont d'intérêt général ». Toujours centrée sur les usages de l'eau, elle affirme la nécessité d'une « gestion équilibrée » de l'eau (article 2) et instaure les SDAGE et les SAGE, véritables outils de planification au niveau des bassins hydrographiques et au niveau des bassins versants locaux. En vertu de l'article 3, les SDAGE doivent fixer pour les bassins de leur territoire « les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau ». Quant aux SAGE, ils ont pour rôle d'établir les objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur et de protection « des ressources en eau superficielle et souterraine et des écosystèmes aquatiques ainsi que de préservation des zones humides », conformément à l'article 5. La lutte contre la pollution est un des éléments centraux et il apparaît que certaines activités agricoles sont ciblées, notamment l'épandage des effluents (article 37).

Il faut ensuite attendre les années 2000 avec la loi n°2004-338 du 21 avril 2004. Celle-ci vise à transposer la DCE à l'échelle nationale. Le SDAGE est le document repris pour prendre en compte les objectifs de cette directive, le découpage territorial pris en compte étant les entités naturelles des bassins hydrographiques.

Enfin, la dernière loi remarquable est la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006. Cette disposition découle de la DCE et change le cadre instauré par les lois sur l'eau de 1964 et de 1992 : les objectifs de la DCE sont repris, dont avec l'atteinte du « bon état » des eaux en 2015, et le droit d'accès à l'eau pour tous est reconnu. Cependant, cette loi bouleverse complètement l'organisation institutionnelle : le système des redevances est réformé et l'ONEMA est créé. Il s'agit de « l'organisme technique français de référence sur la connaissance et la surveillance de l'état des eaux et sur le fonctionnement écologique des milieux aquatiques », sous tutelle du ministère en charge de l'environnement (ONEMA, s. d.c). Par ailleurs, de nouveaux outils pour lutter contre les pollutions diffuses sont également mis en avant, la qualité écologique des cours fait l'objet d'une véritable reconquête, et une volonté de considérer le changement

climatique dans la gestion des ressources est traduite. Cette loi renforce également l'importance des SAGE, ceux-ci devenant alors des instruments juridiques. (ONEMA, s. d.d)

Les dispositions de la LEMA ont la particularité d'être directement intégrées au code de l'environnement, créé en 2000 et qui regroupe tous les textes juridiques portant sur le droit de l'environnement.

2.2.2 Code de l'environnement et nitrates

Le code de l'environnement constitue la ressource de référence en ce qui concerne le droit de l'environnement en France. Il présente l'avantage de regrouper toutes les mesures législatives et réglementaires portant sur les thématiques environnementales, reprenant les différentes dispositions mentionnées précédemment. Le code de l'environnement comporte sept livres, qui sont eux-mêmes divisés en titres, chapitres, sections, sous-sections et paragraphes. Le code de l'environnement comporte une partie législative ainsi qu'une partie réglementaire. Les livres portent sur :

- Livre I : Dispositions communes
- Livre II : Milieux physiques
- Livre III : Espaces naturels
- Livre IV : Faune et flore
- Livre V : Prévention des pollutions, des risques et des nuisances
- Livre VI : Dispositions applicables en Nouvelle-Calédonie, en Polynésie française, à Wallis et Futuna, dans les terres australes et antarctiques françaises et à Mayotte
- Livre VII : Protection de l'environnement en Antarctique

Le livre II porte surtout sur la qualité d'eau et présente plusieurs textes qui ciblent spécifiquement les nitrates. Il est par exemple défini que, selon l'article R211-76, les eaux ayant une teneur en nitrates supérieure à 50 mg/L sont considérées comme « atteintes de pollution par les nitrates ». Cette identification concerne aussi les eaux qui subissent une eutrophisation provoquée au moins partiellement par des composés azotés d'origine agricole. L'article R211-76 définit également les eaux susceptibles d'être polluées par les nitrates : ce sont celles dont « la teneur en nitrate est comprise entre 40 et 50 milligrammes par litre et ne montre pas de tendance à la baisse », ainsi que celles susceptibles de subir une eutrophisation telle que décrite précédemment et pour lesquelles certaines mesures ne sont pas mises en œuvre. Enfin, ces eaux font l'objet d'un programme de surveillance sur tout le territoire français qui doit être renouvelé tous les quatre ans.

L'article suivant, le R211-77, définit le terme de zone vulnérable, reprenant la définition de la Directive Nitrates : ce sont « toutes les zones qui alimentent les eaux atteintes par la pollution par les nitrates ou susceptibles de l'être et qui contribuent à la pollution ou à la menace de pollution », ainsi que certaines zones considérées comme telles « afin de garantir l'efficacité des mesures des programmes d'action

mentionnés ». Ces zones sont délimitées par le préfet coordonnateur de bassin, c'est-à-dire à l'échelle du bassin hydrographique.

Le code de l'environnement cible également les épandages d'effluents d'élevage et plusieurs mesures générales peuvent être soulignées :

- tout déversement direct des effluents d'élevage dans les eaux est interdit (R211-48);
- la stagnation prolongée sur ces sols, ni le ruissellement en dehors des parcelles d'épandage, ni une percolation rapide des effluents épandus ne doivent pouvoir se produire (R211-50);
- l'épandage des effluents est également interdit lorsque le sol est gelé ou enneigé, lors de fortes précipitations, en dehors des terres agricoles et autres espaces régulièrement exploités, ou sur des terrains à forte pente à cause du ruissellement engendré (R211-51);
- l'épandage doit être réalisé à des distances minimales avec les berges des cours d'eau, les lieux de baignade, les plages, les points de prélèvements d'eau et avec les zones piscicoles et conchylicoles (R211-52).

Cependant, la plupart de ces textes réglementaires sont généraux et doivent être précisés à l'échelle du bassin hydrographique par le biais d'arrêtés préfectoraux. Aussi, ces éléments sont précisés dans la section traitant des dispositions s'appliquant à l'échelle régionale.

2.2.3 Programme d'action national de la Directive Nitrates

Ce programme est établi par l'arrêté interministériel du 19 décembre 2011 relatif au programme d'action national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. Il concerne les « exploitants agricoles et toute personne physique ou morale épandant des fertilisants azotés sur des terres agricoles ». Le programme reprend les dispositions et mesures prévues dans la Directive Nitrates, et est lui-même repris à l'échelle régionale. Aussi, il est détaillé dans la section 2.3.2 pour éviter une redondance.

Toutes les dispositions nationales permettent donc d'exprimer les volontés politiques en matière de gestion de l'eau et de lutte contre les pollutions azotées de façon à ce que les messages véhiculés soient identiques pour chaque zone géographique du territoire français. Une certaine liberté leur est laissée afin que ces zones géographiques puissent se saisir des problématiques et les gérer de manière adaptée à l'échelle régionale.

2.3 Politiques régionales

Plusieurs dispositions réglementaires sont prévues pour être définies et mises en œuvre à l'échelle régionale, c'est-à-dire à l'échelle du bassin hydrographique Loire-Bretagne lorsqu'on traite de la gestion de l'eau. Document incontournable, le SDAGE Loire-Bretagne est détaillé de manière plus précise dans cette

section. Le Programme d'action régional de la Directive Nitrates y est également explicité, car il s'avère primordial en termes de réglementation de l'utilisation des nitrates en Bretagne.

2.3.1 SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021

Présenté dans les sous-chapitres précédents, le SDAGE est un document qui prend sa source dans la DCE et dans la LEMA. L'objectif principal mis en avant est l'atteinte de la bonne qualité des eaux des grands bassins versants, dits bassins hydrographiques, en Europe. Le SDAGE actuellement en vigueur sur le territoire d'étude est le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021, adopté en novembre 2015. À ce SDAGE est associé un programme de mesures pour la période 2016-2021, arrêté par le préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne en novembre 2015. Le SDAGE est élaboré par le Comité de bassin Loire-Bretagne, et est coordonné par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et la DREAL du bassin Loire-Bretagne. (Comité de bassin Loire-Bretagne, 2016)

Le principal organisme financeur des actions est l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne. Avec les DREAL de chaque région administrative et l'ONEMA, ils « agissent dans chaque bassin pour concilier la gestion de l'eau avec le développement économique et le respect de l'environnement » (OIEau et ONEMA, 2016c), ce sont des acteurs essentiels pour l'accompagnement et la mise en place de projets dans le domaine de l'eau.

Le document du SDAGE est composé de 66 orientations fondamentales et dispositions, réparties par chapitres thématiques. Six de ces orientations concernent la pollution par les nitrates :

- 2A – Lutter contre l'eutrophisation marine due aux apports du bassin versant de la Loire,
- 2B – Adapter les programmes d'actions en zones vulnérables sur la base des diagnostics régionaux,
- 2C – Développer l'incitation sur les territoires prioritaires,
- 2D – Améliorer la connaissance,
- 6C – Lutter contre les pollutions diffuses par les nitrates et les pesticides dans les aires d'alimentation de captages,
- 10A – Réduire significativement l'eutrophisation des eaux côtières et de transition.

L'orientation 6C permet de répertorier les captages sensibles dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais (Figure 2.2). Pour le paramètre nitrates, les captages sont désignés sensibles si la concentration maximale en nitrates pour les eaux souterraines ou le P90 pour les eaux superficielles excèdent 40 mg/L sur la période 2008-2012.

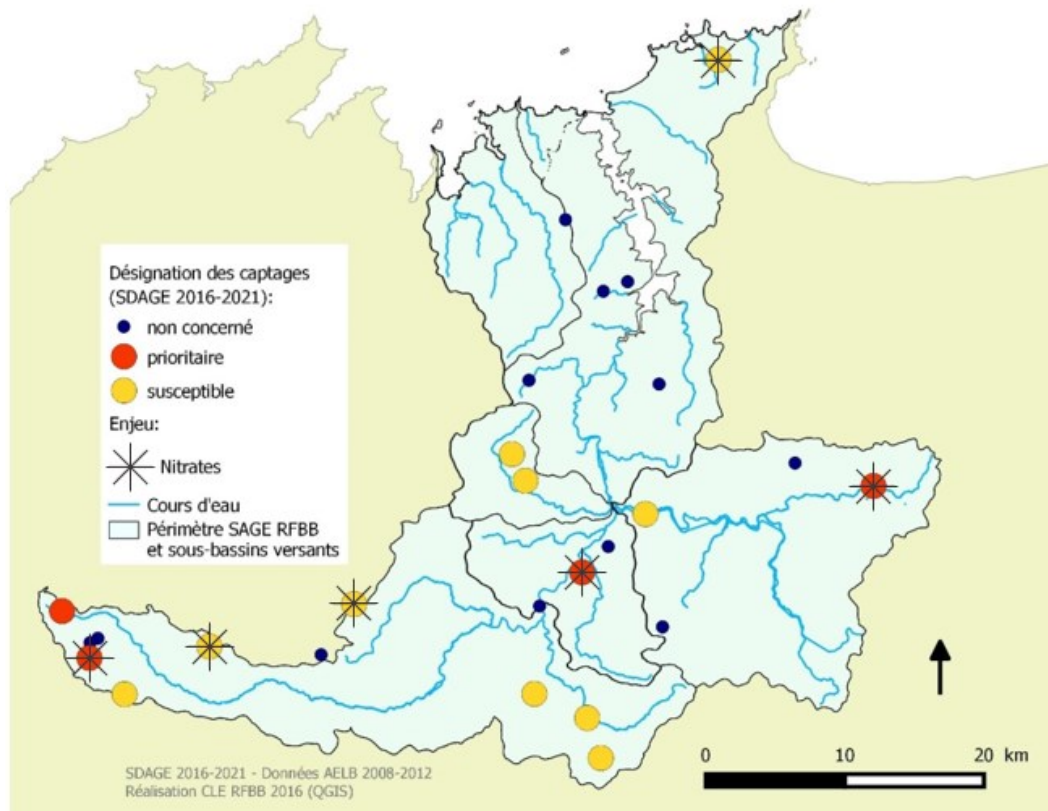


Figure 2.2 Captages sensibles aux nitrates (inspiré de : SDAGE Loire-Bretagne, 2015)

Sur les 26 captages situés sur le territoire étudié, 14 sont jugés sensibles par le SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021. Parmi les captages sensibles, 4 sont jugés prioritaires et 10 sont susceptibles de le devenir. Les paramètres déclassant sont les nitrates et les pesticides; l'enjeu nitrates est présent sur 6 captages, soit près d'un quart de ceux-ci.

À cela s'ajoutent des objectifs en termes d'état des eaux superficielles et souterraines, conformément à ceux de la DCE, qui visent l'atteinte du bon état des masses d'eau : écologique, chimique et global pour les masses d'eau superficielles; quantitatif, chimique et global pour les masses d'eau souterraines. L'atteinte des objectifs du SDAGE était initialement prévue pour 2015. Cependant, sous certaines conditions, des dérogations peuvent être accordées, reportant le délai à 2021 ou 2027.

Le programme de mesures, pour sa part, définit les actions réglementaires, financières ou contractuelles à mettre en œuvre sur six ans. Ces actions doivent permettre de répondre aux objectifs environnementaux et tenir compte des échéances définies par le SDAGE. Pour préserver la qualité de l'eau, plusieurs mesures sont regroupées dans la thématique « Agir sur les pollutions diffuses issues de l'agriculture », la plupart étaient relatives aux nitrates. On peut citer par exemple la mesure « Limiter les transferts d'intrants et l'érosion au-delà des exigences de la Directive Nitrates », « Limiter les apports en fertilisants et/ou utiliser des pratiques adaptées de fertilisation au-delà des exigences de la Directive Nitrates », ou encore

« Élaborer un programme d'actions Algues vertes ». On constate que certaines mesures se basent sur la Directive Nitrates, celle-ci ayant par un programme d'action spécifique au niveau régional.

2.3.2 Programme d'action régional de la Directive Nitrates

La totalité du territoire de Bretagne est en zones vulnérables depuis l'arrêté préfectoral régional n°94-335 du 14 septembre 1994. Cette cartographie a été maintenue par les arrêtés successifs révisant la délimitation de ces zones, aussi le territoire d'étude est encore aujourd'hui en zones vulnérables. Cela signifie qu'il est soumis à l'application de la Directive Nitrates.

Au niveau de la région Bretagne, le programme d'action vise à définir les mesures et les actions nécessaires pour maîtriser les fertilisants azotés et pour gérer de manière adaptée les terres. L'objectif est de renforcer la notion de respect de l'équilibre de la fertilisation azotée et de limiter les fuites de nitrates, pour préserver la qualité de l'eau. Le cinquième programme d'action régional est établi par l'arrêté préfectoral du 14 mars 2014 et prend sa source dans la Directive Nitrates de l'Union européenne, ainsi que dans le cinquième programme d'action national de celle-ci. Il porte sur :

- la bonne gestion de la fertilisation azotée,
- la limitation des quantités d'azote pouvant être épandues,
- les périodes d'interdiction d'épandage,
- le stockage des effluents d'élevage,
- les conditions d'épandage,
- la couverture des sols et la gestion adaptée des terres (DREAL Bretagne, 2014)

La première partie définit les périodes d'interdiction d'épandage en s'appuyant sur l'article R211-81 du Code de l'environnement, ainsi que sur les arrêtés du 19 décembre 2011 et du 23 octobre 2013. Celles-ci s'étendent surtout de septembre à décembre, c'est-à-dire durant les épisodes pluvieux. Conformément à l'article R211-81-5 du Code de l'environnement, le préfet de département peut adapter les restrictions temporairement selon les conditions.

Au cours des périodes pluvieuses, les parcelles agricoles doivent obligatoirement être couvertes par une culture d'hiver ou par une culture dérobée dont Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique, ou par une CIPAN. Les espèces végétales pouvant constituer les CIPAN sont fixées par l'arrêté; depuis 2014, les légumineuses sont autorisées à hauteur maximale de 20 % du mélange. La fertilisation des CIPAN est interdite, de même que les traitements phytosanitaires : leur destruction doit être mécanique, sauf exceptions. De manière générale en Bretagne, les CIPAN doivent être implantées au plus tard le 10 septembre, ou le 1^{er} novembre après une culture de maïs. Ce couvert végétal doit être maintenu minimalement jusqu'au 1^{er} février de l'année suivante, sauf dans certains cas.

Des zones spécifiques sont désignées comme étant des zones d'actions renforcées (ZAR) : ce sont des zones particulièrement sensibles aux nitrates, telles que les baies algues vertes ou les zones sur lesquelles la production d'azote est trop importante. La figure 2.3 illustre les ZAR dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais.

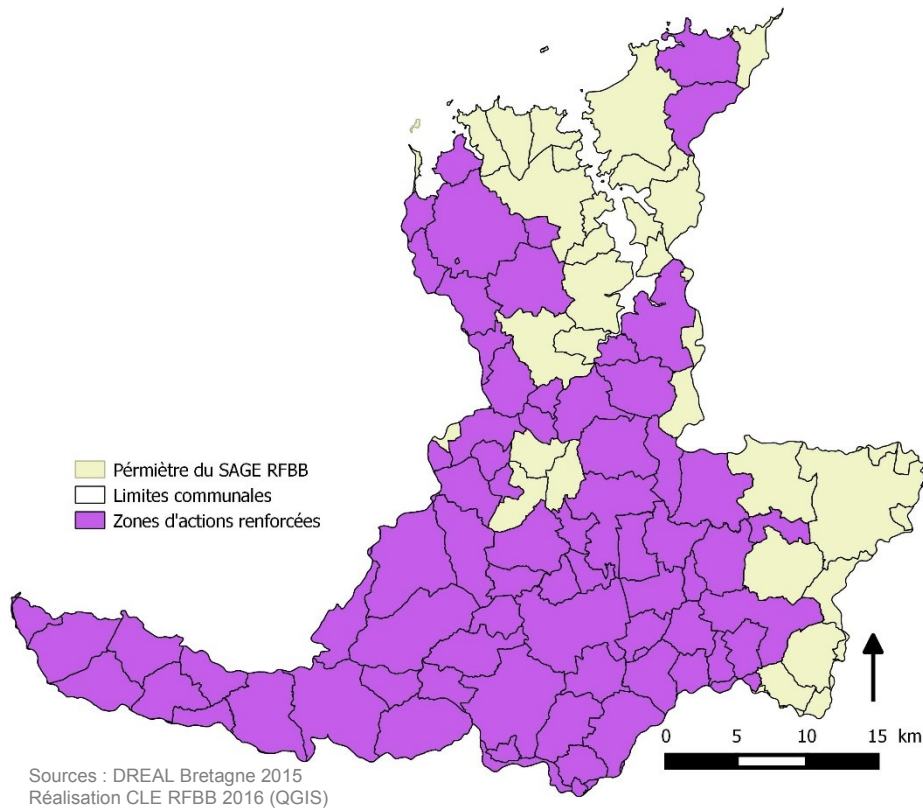


Figure 2.3 ZAR dans le périmètre du SAGE RFBB (inspiré de : DREAL Bretagne, 2015)

Les ZAR représentent 70 % du territoire à l'intérieur du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais. Le sous-bassin versant de la Haute-Rance est entièrement visé, contrairement aux autres sous-bassins versants qui ne le sont que partiellement. Les zones qui ne sont pas concernées par cette délimitation sont essentiellement celle à l'est du sous-bassin versant du Linon et l'estuaire de la Rance, ainsi qu'une partie du sous-bassin versant du Guinefort.

Une des contraintes qui s'y applique est une balance globale azotée qui ne doit pas excéder 50 kg/ha/an sur une même exploitation. Cette balance est calculée de la manière suivante :

« Solde de la Balance Globale Azotée = Apports d'azote total (de toute origine, y compris par les animaux eux-mêmes) - Exports d'azote par les cultures et fourrages récoltés ou pâturés. Le calcul du solde de la BGA porte sur l'ensemble des terres de l'exploitation » (DREAL Bretagne, 2014).

Depuis ce cinquième programme d'action, la déclaration annuelle des quantités d'azote épandues ou cédées est obligatoire pour toutes les exploitations situées en zone vulnérable. La campagne 2013-2014 constitue la première campagne à l'échelle de la Bretagne, ce qui a permis d'obtenir les données de pressions azotées décrites dans le premier chapitre.

2.3.3 Référentiel régional pour l'équilibre de la fertilisation azotée en Bretagne

Le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée en Bretagne est un document qui prend sa source dans le programme d'action national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables. Il vise à fournir des outils afin de mieux calculer les besoins de chaque culture et donc de déterminer les doses prévisionnelles de fertilisants azotés à apporter. Pour la Bretagne, le référentiel régional en vigueur a été établi par arrêté préfectoral le 26 juin 2015 et définit plusieurs éléments.

En vertu de l'article 3 de l'arrêté préfectoral du 26 juin 2015, l'objectif de rendement doit être calculé en fonction des cinq derniers rendements, en retirant les deux extrêmes. L'objectif correspond alors à la moyenne des trois valeurs de rendement restantes. En vertu de l'article 8 de l'arrêté, toute personne ayant plus de trois hectares en zone vulnérable est dans l'obligation d'analyser annuellement son sol au moyen d'un RSH, ou de se référer à un réseau régional d'analyses collectives annuelles. En Bretagne, la CRAB fournit ces valeurs grâce à son réseau. Le référentiel comporte également plusieurs grilles permettant de déterminer les besoins nutritionnels en azote en tenant compte de l'objectif de rendement par type de culture : céréales, colza, maïs, légumes, etc. Il présente aussi des connaissances scientifiques relatives aux coefficients d'équivalence engrais selon les types d'effluents (lisiers, fumiers, boues, etc.). Ces différents documents ont été élaborés par le GREN et sont les références que les différents acteurs agricoles du territoire doivent prendre en compte. (DRAAF de Bretagne, 2015c)

2.4 À l'échelle locale

Un dernier niveau peut être présenté concernant la politique vis-à-vis des nitrates : celui à l'échelle du territoire d'étude, c'est-à-dire à l'intérieur du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais. Il s'agit davantage d'une politique que des mesures réglementaires.

2.4.1 SAGE Rance Frémur baie de Beaussais

Un SAGE est un « document de planification de la gestion de l'eau à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente qui a pour objectif majeur de contribuer à l'atteinte du bon état écologique des masses d'eaux superficielles et souterraines » (CLE RFBB, 2013). Élaboré en concertation par des acteurs locaux, ce document est composé de plusieurs parties : la déclaration environnementale, le Plan d'aménagement et de gestion durable (PAGD), le règlement et les annexes. Seul le règlement est opposable aux tiers, c'est-à-dire que chaque personne a l'obligation de le respecter dans le périmètre délimité par le SAGE. La déclaration environnementale accompagne l'arrêté préfectoral de l'approbation du SAGE et énonce les

objectifs du SAGE, les motifs des actions et, le cas échéant, un bilan sur le fonctionnement et les activités. Le PAGD dresse le portrait du territoire concerné et définit des orientations de gestion et des dispositions à mettre en œuvre.

Le SAGE Rance Frémur baie de Beaussais a été approuvé la première fois en 2004, et a été révisé et approuvé par arrêté préfectoral du 9 décembre 2013. Cinq principaux enjeux sont identifiés :

- « restaurer le bon fonctionnement du bassin versant,
- préserver le littoral,
- assurer une alimentation en eau potable durable,
- sensibilisation,
- gouvernance ».

Le troisième enjeu concerne aussi bien la qualité que la quantité d'eau potable sur le territoire. Afin d'y parvenir, des moyens prioritaires sont énoncés dont la réduction des fuites de nitrates qui sont majoritairement agricoles. Ce SAGE comporte également des objectifs précis de qualité d'eau dont certains portent directement sur les nitrates : « atteindre 90 % des mesures (percentile 90) inférieures à une concentration de 25 mg/L en 2015 ». Son règlement comprend six articles dont l'article 1 qui vise les activités agricoles : « Interdire l'accès libre du bétail aux cours d'eau. ». De plus, en vertu de l'article 3, la destruction des zones humides est strictement interdite quelle que soit sa superficie, sauf exceptions.

Comme précisé dans l'introduction de l'essai, les membres du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais ont définis des orientations de gestion et des dispositions à mettre en œuvre afin de répondre aux enjeux. La problématique des nitrates d'origine agricole fait l'objet de trois orientations de gestion et de deux dispositions, dans le but de réduire les fuites de nitrates. Ces cinq textes portent sur la sensibilisation des agriculteurs, l'élaboration de référentiels agronomiques locaux, la restructuration du parcellaire agricole pour faciliter l'accès au pâturage, les déclarations d'azote et la connaissance de la pression azotée et des pratiques agricoles.

2.4.2 Contrats territoriaux

Les contrats territoriaux sont des outils financiers de l'Agence de l'eau Loire - Bretagne afin de réduire les différentes sources de pollution ou de dégradation physique des milieux aquatiques. Le contrat territorial intègre les enjeux locaux dans leur ensemble en regard de l'état des lieux de la DCE. Il peut se concentrer sur une ou plusieurs thématiques. Sa durée maximale est de cinq ans avec le porteur de projet, les maîtres d'ouvrage et les partenaires techniques et financiers. À l'échéance, un nouveau contrat est généralement établi. (OIEau et ONEMA, 2016d)

Dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beussais, des contrats territoriaux sont établis pour chaque sous-bassin versant. La CLE détient un rôle de coordination des contrats à l'échelle du territoire couvert par le SAGE et les maîtres d'ouvrage sont :

- pour le sous-bassin Rance aval - Faluns - Guinefort : l'association CŒUR Émeraude et la collectivité Dinan Communauté,
- pour le sous-bassin Linon : le Syndicat intercommunal du Bassin du Linon,
- pour le sous-bassin Frémur baie de Beussais : la collectivité Eau du Pays de Saint-Malo et la communauté de communes de la Côte d'Émeraude,
- pour le sous-bassin Haute-Rance : la collectivité Eau du Bassin Rennais, en partenariat avec la Chambre d'agriculture des Côtes d'Armor. (SMP du SAGE RFBB, s. d.b)

Une fois les cadres politiques et réglementaires exposés, on peut constater une volonté forte de préserver la qualité de l'eau de la pollution par les nitrates quelle que soit l'échelle spatiale considérée. La DCE est fondamentale pour comprendre la gestion actuelle de l'eau en France : intégrant les mesures déjà appliquées en France avant son entrée en vigueur, elle permet l'imbrication logique des dispositions aux différentes échelles : la LEMA, le SDAGE, le SAGE, les contrats territoriaux. La Directive Nitrates reproduit cette organisation réglementaire avec un programme d'action national, puis régional. Il s'agit à présent de rester au niveau local, à l'échelle du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beussais et d'exposer des outils agronomiques qui se veulent adaptés pour connaître, comprendre et suivre les fuites de nitrates sur le territoire.

3 OUTILS ADAPTÉS POUR CONNAÎTRE, COMPRENDRE ET SUIVRE LES FUITES DE NITRATES D'ORIGINE AGRICOLE DANS LE BASSIN VERSANT

Ce troisième et dernier chapitre présente les outils agronomiques sélectionnés pour satisfaire à l'objectif de l'essai. Ces outils, constitués par des références agronomiques locales et des indicateurs de suivi des pratiques, doivent permettre de mieux connaître, comprendre et suivre les fuites de nitrates d'origine agricole à l'échelle du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais. Ils visent à terme à satisfaire un double objectif : informer et assurer un suivi. Le public cible est la population agricole d'une part et le public de professions non agricoles d'autre part. Les références et les indicateurs sélectionnés constituent de fait des outils de communication, plus que des outils purement techniques. Ce choix résulte d'une volonté des membres de la CLE d'axer ces outils sur la communication, le public pouvant se rapprocher des structures telles que les Chambres d'agriculture pour obtenir des détails ou des outils plus techniques s'ils le souhaitent.

Une première section présente la méthode de travail générale qui a été employée, la seconde section se concentre sur les références agronomiques locales, enfin la troisième section présente les indicateurs de suivi des pratiques selon trois thématiques : la fertilisation azotée, la dynamique de l'azote dans le sol et les transferts des nitrates hors des parcelles.

3.1 Méthode de travail

Ce sous-chapitre traite de la méthodologie employée et de la réflexion menée pour élaborer les outils. Les deux catégories d'outils souhaités sont d'abord définies : la référence agronomique et l'indicateur. Des recherches bibliographiques portant sur les références agronomiques et sur les indicateurs ont été faites. Parallèlement, des entretiens et des réunions de concertation ont été réalisés avec les partenaires de la CLE sur le territoire d'étude et avec des spécialistes.

3.1.1 Définition des types d'outils

Il convient au premier abord de distinguer les termes « référence » et « indicateur », ce qui permet d'établir un des filtres utilisés lors de la recherche.

Une référence agronomique désigne ici un outil synthétique auquel on peut se référer pour obtenir des données relatives à l'agriculture et l'agronomie, en fonction de certaines variables, et dont les informations sont relativement stables dans le temps et dans l'espace. Une référence agronomique peut être modifiée ponctuellement par un organisme ou une structure reconnue. Cette évolution de la référence peut être motivée par des résultats d'études scientifiques (amélioration des connaissances) ou par des normes réglementaires. Un ensemble de références agronomiques constitue un référentiel agronomique.

Un indicateur se réfère à une donnée ou un ensemble de données collectées ou des variables. Un indicateur doit être associé à une valeur de référence afin de pouvoir être interprété. (CORPEN, 2006; Girardin, 2005)

« Les indicateurs sont une représentation simplifiée de la réalité et non la réalité elle-même. Ils doivent toujours être accompagnés d'informations qualitatives et de commentaires, voire être interprétés en leur associant d'autres indicateurs. »
(CORPEN, 2006)

Dans cet essai, l'objectif des indicateurs est d'assurer le suivi et de permettre l'évaluation des pratiques agricoles en termes d'impact sur les fuites de nitrates.

3.1.2 Recherches bibliographiques

Depuis les années 1990, depuis la prise de conscience de l'impact des activités humaines sur l'environnement, de nombreux auteurs se sont penchés et se penchent encore sur la question des indicateurs (Peyraud et al., 2012). Les indicateurs ciblés dans cet essai sont des indicateurs agro-environnementaux, c'est-à-dire qui touchent à la fois le domaine de l'agriculture et celui de l'environnement. Les recherches bibliographiques ont été faites à l'aide de différents outils : *Google Scholar*, site internet des bibliothèques de l'Université de Sherbrooke, références et bibliographies de publications sur le sujet (essais, thèses, rapports). Une attention particulière a été prêtée aux publications de la DRAAF de Bretagne, à celles des Chambres d'agriculture de Bretagne, et aux documents internes de la CLE. Les sources les plus récentes ont été privilégiées, mais il a été constaté que les sources de plus de 10 ans étaient souvent considérées comme encore valides (Y. Lambert, entretien, 14 juin 2016). Il a donc été choisi de sélectionner des sources publiées entre l'année 2000 et 2016. Ce premier niveau de recherche a permis de compiler un nombre important d'indicateurs possibles.

3.1.3 Concertation avec les acteurs du territoire

Afin de connaître le territoire à l'intérieur du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais, des entretiens ont été menés auprès des partenaires de la CLE. Les techniciens agricoles, ou les personnes référentes, des bassins versants du Linon, de la Haute-Rance, de la Rance aval – Faluns – Guinefort et du Frémur baie de Beaussais ont été rencontrés. Le but était de mieux connaître le contexte local, les enjeux locaux vis-à-vis de l'azote et les actions menées sur leur zone géographique. L'autre utilité de ces rencontres était de confronter la liste d'indicateurs brute à leurs avis, afin de discriminer en amont les indicateurs peu ou pas pertinents, ainsi que de compléter cette liste si nécessaire. Cela a permis aussi de discuter de leur faisabilité.

Lors des entretiens avec les acteurs du territoire, la question de l'azote ne semblait ni préoccupante, ni prioritaire dans les actions dans les sous-bassins versants. Les actions actuelles sont plutôt orientées sur le phosphore, qui engendre des problématiques d'érosion et de prolifération des cyanobactéries, et sur les pesticides en raison de contaminations dans les sites de production d'eau.

3.1.4 Consolidation des connaissances

Plusieurs spécialistes ont été contactés en vue de consolider les connaissances sur le sujet des fuites de nitrates et d'échanger sur les outils agronomiques locaux. Des professionnels des Chambres d'agriculture des Côtes d'Armor, d'Ille-et-Vilaine et de la région Bretagne ont été rencontrés, essentiellement des personnes faisant de la recherche appliquée. Un technicien de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne, a également été sollicité pour son expertise et pour ses conseils sur les outils agronomiques locaux, de même qu'une personne de l'INRA. Parmi ces spécialistes, plusieurs faisaient partie du GREN de la région Bretagne.

Ces rencontres ont permis d'identifier certaines références agronomiques locales, de mettre certaines à jour et de discuter des indicateurs préalablement compilés grâce à la recherche bibliographique.

3.2 Références agronomiques locales

L'élaboration de référentiels agronomiques locaux propres à chaque bassin versant se base initialement sur le modèle du référentiel agronomique régional publié par la CRAB en 2009. Les outils proposés par la CRAB sont identifiés dans la liste suivante (CRAB, 2009) :

- Inventaire cartographique régionale
 - Ensemble de cartes thématiques portant sur la détermination des apports aux cultures :
→ RSH, rendement accessible en maïs, pousse de l'herbe
 - Variabilité des situations pédoclimatiques et des systèmes agricoles :
→ Carte géologique, carte pédologique, lame drainante, assolement, indice de fréquence de traitement (pesticides), teneurs en phosphore dans les sols
- Protocoles techniques
 - Protocole RSH
 - Protocole RPA
 - Guide CIPAN
- Guide de réalisation d'un bon plan de fumure et du cahier de fertilisation
- Charte locale d'engagement des prescripteurs et des distributeurs de produits fertilisants et phytosanitaires pour un cadre commun.

Dans le cas présent, l'inventaire cartographique est constitué de références intéressantes pour aider les agriculteurs à mieux comprendre le contexte pédoclimatique et à raisonner leurs pratiques. Au contraire, les protocoles techniques et les guides ne constituent pas de références en tant que telles. Aussi, ils ne sont pas pris en compte dans cet essai. Toutefois, la charte locale d'engagement, dite charte ferti-phyto peut, s'avérer intéressante comme outil d'animation sur le territoire. Les références agronomiques locales

sont sous forme de cartes et de grilles, et sont catégorisées par thématiques : références pédoclimatiques, références agricoles, référence « animation ».

3.2.1 Références pédoclimatiques

Les références pédoclimatiques identifiées sont : le réseau hydrographique, la carte pédologique, les données de RSH, la lame drainante moyenne et des grilles pour déterminer l'azote minéral qui peut être lixivié selon l'environnement considéré.

Carte des cours d'eau et des zones humides

Premièrement, une cartographie fine des cours d'eau et des milieux humides à échelle locale peut s'avérer utile pour croiser leur localisation avec celle des parcelles agricoles. Dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais, le réseau hydrographique est très dense et les inventaires de cours d'eau ne sont pas tous terminés. Ce repérage peut permettre de guider l'exploitant dans la gestion de ses effluents afin de limiter au maximum les transferts directs de l'azote vers les cours d'eau (déversements accidentels, ruissellement). Ces données sont disponibles auprès de la CLE et sur les inventaires de cours d'eau cartographiés dans les documents d'urbanisme. Elles sont actualisées généralement au bout de plusieurs années et elles ne dispensent pas d'une vérification de terrain.

Carte pédologique

Deuxièmement, la carte géologique est peu intéressante du point de vue des nitrates, il est préférable de s'intéresser aux cartes pédologiques (M. Lacocquerie, échange téléphonique, 17 juin 2016; Y. Hurvois, entretien, 17 mai 2016). Elles sont disponibles auprès du BRGM et sur le site internet Sols de Bretagne (BRGM, s. d.; Agrocampus Ouest, 2015b). Ce sont des données qui évoluent peu dans le temps, aussi cette référence n'a pas besoin d'être réactualisée fréquemment. Cependant, comme indiqué dans le chapitre 1, il est difficile d'établir une cartographie du risque de lixiviation au niveau de la parcelle, voire même à l'échelle des sous-bassins versants. Les entretiens auprès des acteurs ont identifié le besoin d'une cartographie pédologique plus fine, pour tous les domaines touchant l'environnement et particulièrement au niveau de la gestion de l'eau. Le projet Sol-AID est une étude scientifique qui fait suite au dispositif Mh et permettra d'avoir des données plus fines concernant la minéralisation dans les différents types de sol. Ce projet s'effectuera en collaboration étroite avec le BRGM sur la période 2016-2018. Il serait intéressant que la CLE et les différents acteurs du territoire suivent de près les résultats qui seront obtenus. (Y. Lambert, entretien, 14 juin 2016)

Données de RSH

Troisièmement, les données de RSH sont utiles et nécessaires pour l'élaboration du plan de fumure. Des cartes sont publiées tous les ans par la CRAB dans leur périodique *Terra* vers le mois de mars (Annexe 4). Les données proviennent d'un réseau de parcelles constitué par la CRAB sur lesquelles des RSH sont analysés tous les ans. Ce réseau de CRAB s'appuie aussi sur d'autres réseaux de parcelles propres aux

bassins versants. Dans le périmètre du SAGE, un réseau de reliquats est en place sur le bassin versant du Frémur baie de Beaussais (B. Hennache, entretien, 31 mai 2016). Le bassin versant du Linon avait mis en place des campagnes de reliquats annuels dans le cadre du contrat territorial 2010-2014 mais les a arrêtées à l'échéance de celui-ci, notamment par manque de participation des exploitants (M. Leroux, entretien, 7 avril 2016). À l'échelle de la Bretagne, la collecte régulière de données depuis 2010 a permis la construction d'un modèle prédictif de RSH par la CRAB. Ce modèle est actuellement utilisé pour fournir les valeurs à prendre en compte dans les plans prévisionnels de fumure, valeurs qui sont assez cohérentes vis-à-vis des résultats de RSH observés dans leur réseau de parcelles (A. Guézengar, entretien téléphonique, 17 juin 2016). À l'échelle du SAGE, la mise en place d'un réseau RSH sur des parcelles représentatives des activités agricoles sur le territoire pourrait s'avérer intéressante pour améliorer les connaissances locales, surtout en ce qui concerne les pratiques autres que les cultures de maïs, de céréales et de colza.

Carte de la lame drainante

Quatrièmement, la cartographie de lame drainante moyenne (Figure 1.8) permet d'identifier les zones qui sont a priori les plus à risque pour la lixiviation de l'azote minéral en hiver. Celles-ci correspondent aux zones où les précipitations sont les plus fortes. Dans les zones de plus faibles précipitations, ce sont davantage les pratiques et la pédologie qui expliquent les fuites d'azote hivernales. La carte de la lame drainante est disponible sur le site internet de Territ'eau, à l'instar des données qui lui sont associées (CRAB et INRA, 2012). Cependant, les quantités d'eau drainées en période hivernale dépendent de l'effet année et les zones délimitées peuvent évoluer d'une année à l'autre (Annexe 4) : il s'agit d'une moyenne. Actuellement, la lame drainante moyenne a été établie en fonction des données pluviométriques hivernales de 1997 à 2009. Il pourrait être intéressant d'effectuer une réactualisation de ces données sur les 10 dernières années, afin d'observer les évolutions pluviométriques et d'ajuster au mieux les prévisions de drainage.

Grilles « lessivage des nitrates »

Cette cinquième référence provient également de l'outil Territ'eau. Elle consiste en un ensemble de tableaux permettant d'obtenir des informations sur les quantités d'azote lixiviées en fonction du type de sol, de la lame drainante et des cultures en place. Ces grilles font partie intégrante de l'outil Territ'eau développé par la CRAB et l'INRA, deux exemples sont présentées en annexe 9. Ces grilles prennent en compte à la fois le contexte pédoclimatique et les pratiques culturales pour expliquer les fuites de nitrates. (CRAB et INRA, 2012)

3.2.2 Références agricoles

Pour les références agricoles, plusieurs sont identifiées : l'assolement, des grilles déterminant les besoins azotés des cultures et d'autres permettant de calculer les quantités d'azote produit par les cheptels.

Assolement

La première référence agricole est l'assolement : il rend compte des rotations effectuées par les exploitants et surtout des utilisations des sols agricoles sur le territoire. L'assolement peut être obtenu de deux façons : par le recensement général agricole et par le RPG. Les données obtenues avec le recensement agricole sont intéressantes car elles sont exhaustives, c'est-à-dire que toutes les exploitations du territoire sont normalement répertoriées. Ce recensement est réalisé environ tous les 10 ans, cela présente l'avantage de suivre l'évolution de l'assolement de manière globale. Le RPG, quant à lui, est accessible tous les ans pour l'année précédente. Il est intéressant pour suivre les grandes tendances et l'évolution d'une année à l'autre. Toutefois, il ne répertorie pas les exploitations de façon exhaustive, comme décrit dans le chapitre 1.

Grilles « besoins nutritionnels des cultures »

La seconde concerne les apports aux cultures. Actuellement, ces outils de référence sont sous forme de grilles de calcul élaborées par GREN et sont en vigueur depuis 2015 (DRAAF de Bretagne, 2015c; Y. Lambert, entretien, 14 juin 2016). Ces grilles permettent de déterminer les besoins azotés des cultures et donc d'ajuster la dose prévisionnelle de fertilisants azotés à apporter. En principe, bien que chaque structure de conseil ait des méthodes de calcul parfois différentes (logiciel interne ou autre), les prescripteurs doivent aboutir à des résultats similaires. Il serait pertinent de s'assurer que chaque structure utilise sur le même territoire des outils validés par le GREN, ce que la CRAB a l'intention de vérifier. (Y. Lambert, entretien, 14 juin 2016)

Grilles « azote produit par le cheptel »

La troisième référence permet de déterminer les productions d'azote par les cheptels selon les catégories animales qui les composent. Ces grilles ont été établies par le CORPEN et en vigueur depuis 2011. Elles prennent en compte l'espèce, l'âge des animaux, le mode d'élevage, l'alimentation etc. Ces grilles sont disponibles auprès de la DREAL Bretagne et de la DRAAF de Bretagne. Elles sont reprises dans les notices à l'attention des agriculteurs pour l'élaboration du plan prévisionnel de fumure (CRAB, 2015). L'intérêt de cette référence est de permettre à l'agriculteur de mieux connaître les quantités d'azote contenues dans les effluents d'élevage : cela lui permet de calculer les quantités d'effluents qu'il peut épandre et de mieux gérer la charge animale lors du pâturage. Si disponibles, les résultats d'analyse chimiques d'effluents d'élevage peuvent s'y substituer.

3.2.3 Référence pour l'animation dans le bassin versant

Une référence spécifique à l'animation territoriale a été identifiée : il s'agit de la charte locale d'engagement des prescripteurs et des distributeurs de produits fertilisants et phytosanitaires pour un cadre commun, aussi appelée charte ferti-phyto.

Charte ferti-phyto

La charte ferti-phyto peut s'avérer être un outil intéressant pour promouvoir les bonnes pratiques de fertilisation sur le territoire. Les signataires de cette charte s'engagent à promouvoir des messages techniques communs sur la fertilisation azotée et l'utilisation des pesticides, afin de limiter les erreurs agronomiques et garantir la qualité du conseil auprès des exploitants. Plusieurs tentatives dans le bassin versant du Linon et de la Haute-Rance de chartes ont échoué; les autres bassins versants n'ont fait à ce jour aucune démarche dans ce sens. Au-delà du périmètre du SAGE, actuellement aucune charte ferti-phyto n'a réussi à être instaurée en Bretagne. Le principal facteur en cause est l'absence de compromis et le manque d'implication des prescripteurs : la vente de services pour le conseil agronomique est très prisée et la concurrence est forte entre les organismes. Par exemple, chaque prescripteur possède ses propres méthodes de calcul pour la fertilisation même s'il est censé aboutir aux mêmes conclusions que les autres; cependant, une volonté de valider progressivement les pratiques pour le conseil se profile pour les années à venir (Y. Lambert, entretien, 14 juin 2016). Aussi, il est peu probable que les bassins versants arrivent à en mettre une en place dans les années à venir, sauf peut-être sur un aspect précis dans la mesure où il n'y aurait pas d'impact économique négatif pour les prescripteurs. (M. Leroux, entretien, 7 avril 2016; A. Courtois, entretien, 19 avril 2016)

Toutefois, une piste de réflexion pourrait être menée pour fédérer les prescripteurs à l'échelle du SAGE Rance Frémur baie de Beausais, plutôt qu'à l'échelle des bassins versants. Ce projet nécessiterait alors l'association de plusieurs structures influentes pour plus d'efficacité, comme la CRAB et la CLE du SAGE Rance Frémur baie de Beausais, ou la CRAB et la DREAL Bretagne, sans qu'il ne devienne réglementaire pour autant.

3.3 Indicateurs de suivi des fuites de nitrates

Cette section présente d'abord les principaux résultats des recherches bibliographiques portant sur les indicateurs de suivi. Ensuite, la méthodologie employée pour discriminer les indicateurs et retenir les plus pertinents est brièvement décrite. Enfin, les indicateurs sont classés en trois volets thématiques : les indicateurs liés aux pratiques de fertilisation, ceux liés à la dynamique de l'azote dans le sol et ceux portant sur les transferts de nitrates vers les milieux aquatiques. Ils ciblent donc les pratiques agricoles et l'état du système. Un tableau de bord conclut cette partie.

3.3.1 Résultats des recherches

La collecte d'informations et les recherches bibliographiques ont montré qu'il existait une multitude d'indicateurs, constat partagé par plusieurs auteurs (Gascuel-Oudou, Guet, Tico et Troccaz, 2013; Leclercq, Attoumani-Ronceux, Bockstaller et Galan, 2011). Un des classements les plus courants est celui de l'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE) pression / état / réponse :

- les indicateurs de pression « décrivent la pression exercée par les activités agricoles »;

- les indicateurs d'état « décrivent l'évolution des caractéristiques des milieux récepteurs en relation avec les transferts des substances étudiées »;
- les indicateurs de réponse « permettent d'évaluer les efforts consentis ». (CORPEN, 2006)

La figure 3.1 illustre cette approche utilisée par plusieurs auteurs (Girardin, Guichard et Bockstaller, 2005; CORPEN, 2006; Peyraud et al., 2012).

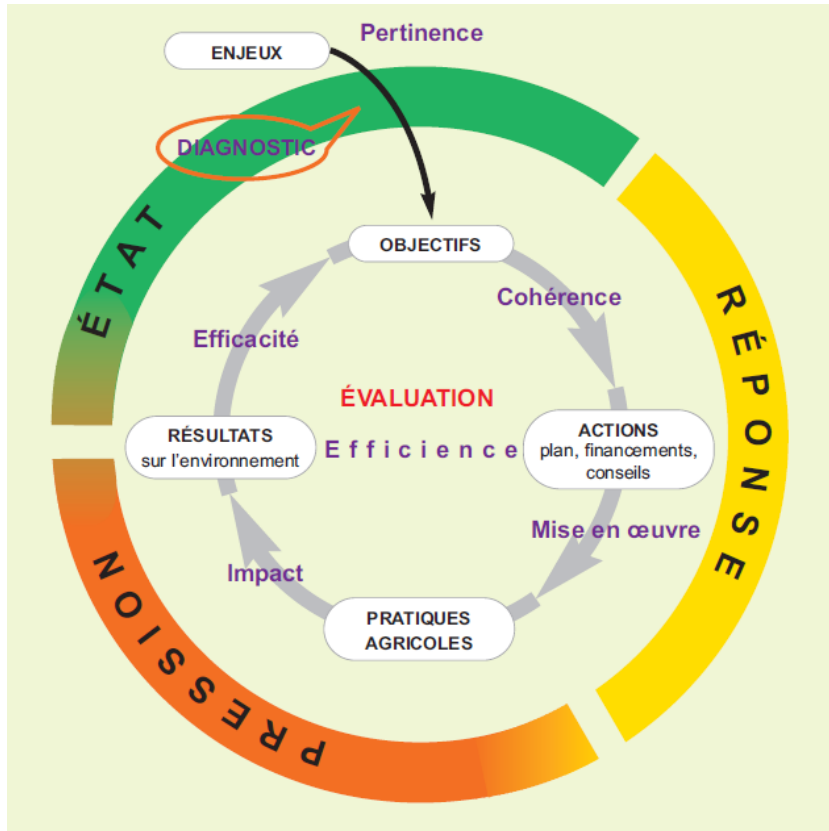


Figure 3.1 Représentation de l'approche Pression/État/Réponse dans le cas des pollutions provenant des activités agricoles (tiré de : CORPEN, 2006)

Cette classification est intéressante pour les acteurs souhaitant évaluer la situation vis-à-vis des pollutions azotées. S'ils sont bien choisis, les indicateurs permettent de répondre aux principales questions suivantes :

- quel est l'état du milieu ?
- quels facteurs ont un impact sur le milieu ?
- quelle action est ou peut être mise en place pour améliorer l'état du milieu ?

3.3.2 Choix des critères et classement

Les entretiens menés auprès des partenaires de la CLE au niveau des sous-bassins versants ont souligné la nécessité de limiter le nombre d'indicateurs pour une utilisation efficace. Cela implique de ne choisir que

les plus pertinents et de veiller à ce que les indicateurs agrégés entre eux puissent faire ressortir les informations importantes. Il a donc été décidé de se restreindre à dizaine d'indicateurs maximum.

Les critères pris en compte sont : la pertinence agronomique, les éléments de faisabilité, l'adéquation avec les attentes des acteurs, ainsi que l'échelle spatiale (CORPEN, 2006).

« Idéalement, un « bon » indicateur doit être :

- validé scientifiquement,
- adapté à l'échelle spatiale,
- sensible aux changements attendus,
- fondé sur des données fiables et facilement accessibles,
- compris et « partagé » par l'ensemble des acteurs : agriculteurs, prescripteurs et décideurs. » (CORPEN, 2006)

L'étape d'identification des indicateurs s'inspire de celle du CORPEN (2006), elle-même se reposant sur celle proposée par Girardin, Guichard et Bockstaller (2005); cette démarche est représentée en figure 3.2. Celle-ci identifie d'abord l'enjeu environnemental du système d'étude, qui est ici celui de préserver la qualité de l'eau et atteindre le bon état général des masses d'eau dans le périmètre du SAGE (CLE RFBB, 2013). Ensuite, il s'agit de définir l'objectif visé par la démarche menant à l'élaboration des outils, puis les sous-objectifs. L'objectif est centré sur les pollutions diffuses d'origine agricole, provoquées par des fuites de nitrates lorsque trop importantes, et leur connaissance. Cet objectif peut alors se décomposer en plusieurs sous-objectifs : connaître et suivre les pratiques de fertilisation, les émissions, les processus de minéralisation, et les processus de transferts de nitrates vers les cours d'eau. Cela mène à l'avant-dernier niveau de découpage, nommé « actions », en référence aux actions effectuées dans le système :

- raisonner la fertilisation,
- équilibrer la fertilisation (limitation des excès),
- améliorer le fractionnement sur les cultures,
- gérer l'interculture,
- limiter des retournements de prairies,
- aménager l'espace.

Les variables constituent le dernier niveau de l'organigramme, elles correspondent aux données à obtenir pour donner des renseignements sur les actions identifiées. Par exemple, pour la limitation des retournements de prairies, il peut s'agir de la surface de prairies retournées chaque année. C'est à ce niveau que se situent les indicateurs à sélectionner, selon les données disponibles et leur pertinence sur les informations qu'ils peuvent exprimer.

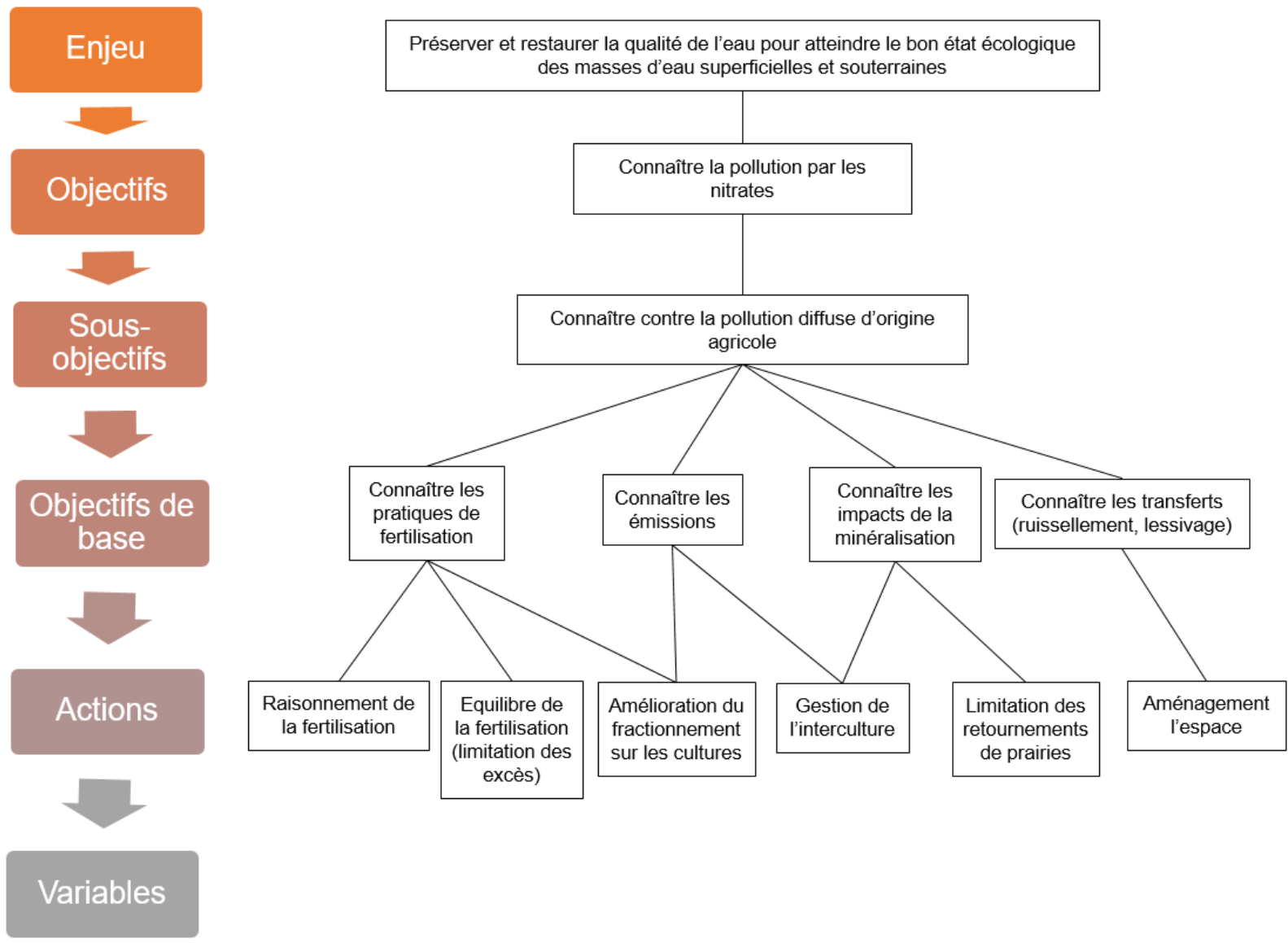


Figure 3.2 Organigramme de la stratégie d'identification des indicateurs (inspiré de : Girardin, Guichard et Bockstaller, 2005; CORPEN, 2006)

Pour rendre l'utilisation des indicateurs et des références plus simple, il a semblé judicieux de s'appuyer aussi sur le cycle de l'azote sur les parcelles agricoles, avec trois volets thématiques : la fertilisation, la dynamique de l'azote du sol et les transferts de nitrates (Figure 3.3). Ce classement découle de la stratégie identifiée précédemment. Chaque volet comprend les indicateurs correspondant.

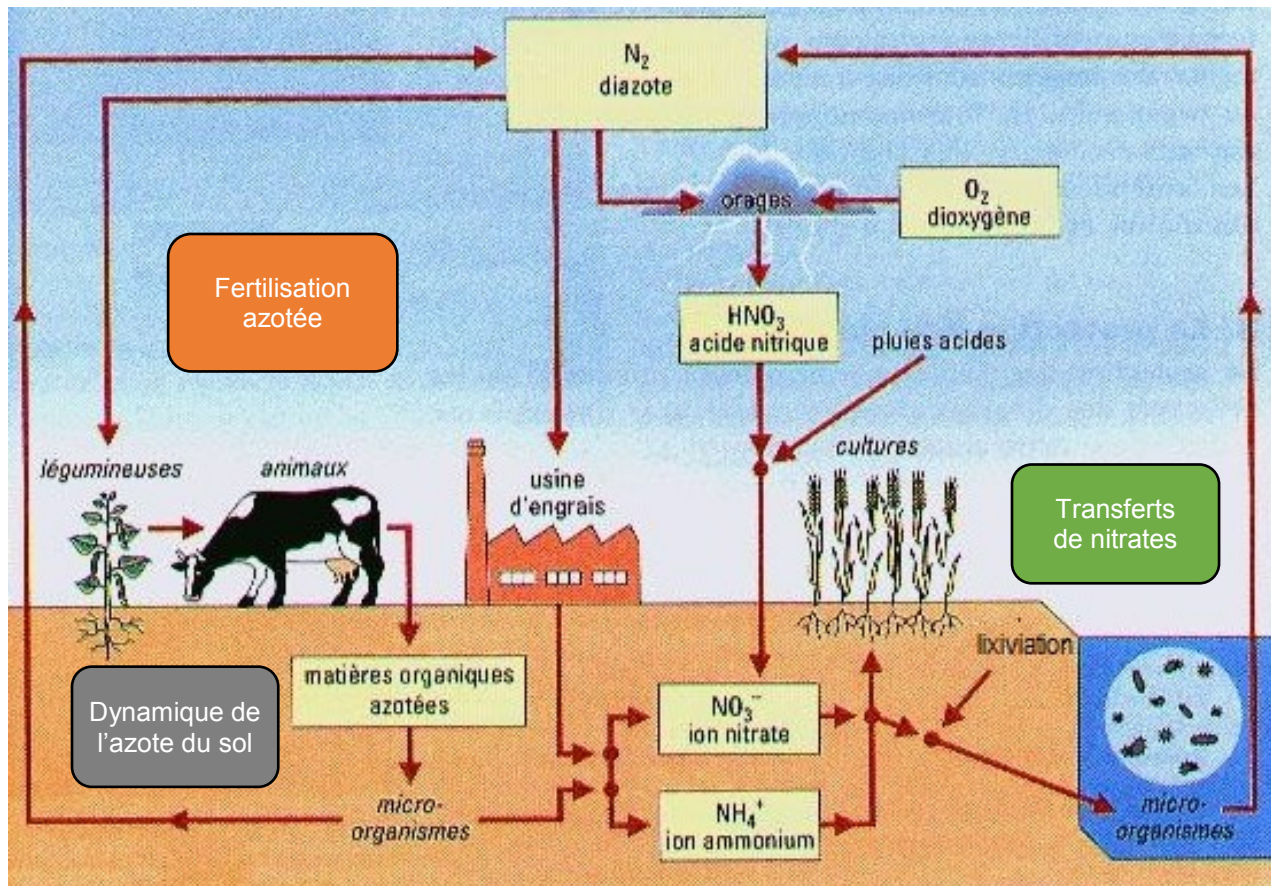


Figure 3.3 Thématiques choisies en fonction du cycle de l'azote (inspiré de : Université du Québec à Rimouski, s. d.)

Des difficultés ont été identifiées concernant l'échelle spatiale à laquelle les indicateurs pouvaient s'appliquer. En effet, bon nombre des indicateurs existants sont très pertinents mais seulement à l'échelle de la parcelle, avec des données renseignées directement par l'exploitant. Aussi, ces indicateurs sont souvent difficiles à appliquer à l'échelle du sous-bassin versant et du bassin versant en raison du manque d'exhaustivité des informations (Bockstaller et al., 2013). Les indicateurs sélectionnés sont le résultat d'un compromis entre l'échelle d'application souhaitée et la pertinence agronomique pour répondre aux objectifs.

Il s'agit donc à présent de présenter les indicateurs en tant que tels, selon les trois thématiques ciblées. En plus de la description de chaque indicateur, plusieurs éléments sont détaillés : le type d'indicateur, l'échelle spatiale concernée (« 1 » pour la parcelle ou l'exploitation, « 2 » pour le sous-bassin versant ou le bassin versant), les sources de données associées, la fréquence à laquelle l'indicateur est idéalement mis à jour,

la faisabilité, la pertinence, la valeur de référence de l'indicateur, l'évaluation de l'indicateur, les avantages et les inconvénients. Pour faciliter la lecture, un tableau synthétique s'inspirant du travail effectué par le CORPEN est présenté pour chaque indicateur (CORPEN, 2006).

3.3.3 Indicateurs portant sur la fertilisation

Cette section présente les indicateurs sélectionnés pour connaître et suivre les pratiques de fertilisation, notamment celles susceptibles d'avoir un impact fort sur la lixiviation de l'azote : la pression azotée organique, l'utilisation des outils de raisonnement de la fertilisation azotée et la part du territoire engagée dans des mesures agro-environnementales et climatiques (MAEC).

Pression azotée organique

Comme son nom l'indique, il s'agit d'un indicateur de pression. La pression azotée exprime la quantité d'azote contenue dans les fertilisants par rapport à la surface agricole utile recevant ces fertilisants. La pression azotée organique est particulièrement importante à prendre en compte, car comme indiqué dans le chapitre 1, une fraction des effluents d'élevage épandus n'est pas minéralisée avant les années suivantes. Comparativement aux engrais minéraux, l'épandage d'effluents organiques entraîne donc plus de risques pour les fuites d'azote en raison de cette incertitude liée à la minéralisation. En revanche, l'exploitant n'a pas d'intérêt particulier à n'utiliser uniquement des engrais minéraux car ils sont très coûteux et cette pratique ne permettrait pas d'épandre les effluents produits par les cheptels.

Le périmètre du SAGE est situé en zones vulnérables aux nitrates, ce qui implique une limite réglementaire d'épandage d'effluents d'élevage fixée à 170 kg N/ha/an. Cette valeur sert donc de valeur de référence : au-delà de cette valeur, la pression azotée est jugée comme étant mauvaise.

Les données de pression azotée sont renseignées par la déclaration de flux d'azote, obligatoire pour toute personne physique ou morale située en zone vulnérable qui épand ou génère des fertilisants azotés (DREAL Bretagne, 2014). Les résultats sont rendus anonymes et sont agrégés par le SRISE de la DRAAF de Bretagne pour différentes échelles spatiales, dont les SAGE et les bassins versants (Tableau 1.4). Le cinquième programme d'action de la Directive Nitrates rend ce dispositif systématique, ce qui permettra de suivre l'évolution annuelle des différentes pressions azotées, dont la pression organique, dans le périmètre du SAGE pour la période 2014-2018, et probablement lors du programme d'action de la Directive Nitrates suivant.

Parmi les avantages, on peut noter que les données sont accessibles tous les ans et qu'elles sont déjà compilées à l'échelle du bassin versant et des sous-bassins versants. Cet indicateur permet de suivre les quantités des différents types d'azote qui sont épandus sur le territoire chaque année. Toutefois, la pression azotée ne permet pas de juger des pratiques d'épandage (date, quantités par parcelle) et doit être associée à d'autres données pour être mieux interprétée. Par ailleurs, une pression azotée élevée peut s'expliquer

par de forts potentiels de rendement des cultures : si la culture a besoin d'une grande quantité de nutriments, apporter une grande quantité d'azote n'est pas une pratique risquée. L'idéal serait de considérer le bilan de masse de l'azote, ou balance globale azotée, qui prend en compte l'azote déjà présent dans les sols avant l'implantation des cultures, l'azote apporté par les engrais et celui exporté par les cultures. Cependant, ces données sont difficilement accessibles à l'échelle du bassin versant. C'est pourquoi la pression azotée organique a été retenue au détriment de la balance globale azotée.

Tableau 3.1 Caractéristiques de l'indicateur « pression azotée organique »

Type d'indicateur : <input checked="" type="checkbox"/> Pression <input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Réponse	Échelle : <input checked="" type="checkbox"/> 1 - Parcelle et exploitation <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Sous-bassin versant et bassin versant	Source(s) : 1 : Exploitant 2 : Déclaration de flux d'azote obligatoire (DRAAF de Bretagne)	Fréquence : Tous les ans																														
Faisabilité :		Pertinence :																															
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez facile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td><td>Facile à mettre en œuvre</td></tr> </table>		1	2				Difficile à mettre en œuvre			Assez difficile à mettre en œuvre			Assez facile à mettre en œuvre	x	x	Facile à mettre en œuvre	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td><td>À éviter seul</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À utiliser avec prudence</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Utilisable</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Recommandé</td></tr> </table>		1	2		x	x	À éviter seul			À utiliser avec prudence			Utilisable			Recommandé
1	2																																
		Difficile à mettre en œuvre																															
		Assez difficile à mettre en œuvre																															
		Assez facile à mettre en œuvre																															
x	x	Facile à mettre en œuvre																															
1	2																																
x	x	À éviter seul																															
		À utiliser avec prudence																															
		Utilisable																															
		Recommandé																															
Valeur de référence :																																	
Pression azotée d'origine organique = 170 kg N/ha de SAU/an																																	
Évaluation de l'indicateur :																																	
<table border="1"> <tr> <td>Pression azotée organique (kg N/ha/an)</td> <td>< 170</td> <td>> 170</td> </tr> <tr> <td>Note</td> <td>Bon</td> <td>Mauvais</td> </tr> </table>				Pression azotée organique (kg N/ha/an)	< 170	> 170	Note	Bon	Mauvais																								
Pression azotée organique (kg N/ha/an)	< 170	> 170																															
Note	Bon	Mauvais																															
Avantages :		Inconvénients :																															
<ul style="list-style-type: none"> Données facilement accessibles Informations déjà mises en forme aux échelles d'intérêt 		<ul style="list-style-type: none"> Ne pas utiliser seul Non prise en compte des potentiels de rendement des parcelles agricoles 																															

Raisonnement de la fertilisation

L'évaluation du raisonnement de la fertilisation est un indicateur de type « réponse ». Le raisonnement de la fertilisation est indispensable pour maintenir l'équilibre entre les besoins des cultures et les apports effectués. Plusieurs outils ou méthodes existent pour aider les agriculteurs à ajuster aux mieux les quantités épandues sur les parcelles et éviter, entre autres, les excès de fertilisation. On peut énoncer : le recours au diagnostic de parcelle ou d'exploitation, la demande de conseil agronomique, l'utilisation d'outils d'ajustement à la dose (OAD). Bien que ce soit son rôle premier, le plan de fumure n'est pas pris en compte

étant donné qu'il est obligatoire pour toutes les exploitations situées en zone vulnérable : c'est un prérequis en matière de raisonnement de la fertilisation.

Le diagnostic d'exploitation de parcelle ou d'exploitation permet à l'agriculteur d'identifier les caractéristiques environnementales et structurelles, ainsi que l'état de celles-ci. Cette démarche aboutit à des conseils agronomiques personnalisés (gestion des effluents, périodes d'apports des engrais, etc.) et peut mener à un accompagnement des exploitants s'ils le souhaitent. Les conseils agronomiques encouragent fortement les bonnes pratiques agricoles et favorisent aussi la qualité de l'environnement : un sol en bonne santé est un sol qui produira mieux. Les OAD quant à eux permettent de piloter finement les apports de fertilisation en fonction des besoins physiologiques des cultures, notamment sur celles de céréales. Ces outils technologiques sont multiples : images satellitaires, survols de drone, outil manuel N-Tester®, etc., et permettent de connaître les teneurs en azote protéique des végétaux en temps réel. Ils se développent depuis quelques années et leur utilisation encourage le fractionnement des apports. Les organismes de conseil peuvent également proposer d'autres outils ou méthodes. (F. Thomas, entretien, 27 avril 2016; A. Courtois, entretien, 19 avril 2016)

Pour évaluer le raisonnement de la fertilisation, il est proposé de répertorier les outils et/ou méthodes utilisés par chaque exploitant du territoire, autre que le plan prévisionnel de fumure. Aussi, si l'agriculteur n'utilise pas d'autres outils de raisonnement, l'indicateur est « mauvais »; s'il a recours à un outil ou à un conseil : l'indicateur est « moyen »; s'il utilise deux aides au raisonnement (conseil, outils) ou plus, l'indicateur est « bon ».

L'avantage de cet indicateur est qu'il témoigne de la volonté de l'exploitant d'améliorer la qualité de sa production et généralement celle de son environnement. De plus, cet indicateur peut s'appliquer aussi bien aux pratiques d'élevage que celles de cultures. En revanche, le principal inconvénient est que les données sont difficilement accessibles à l'échelle du sous-bassin versant ou du bassin versant. Pour les obtenir, il faudrait mener des enquêtes auprès des exploitants ou des organismes de conseils qui sont sollicités sur le territoire; or ceux-ci sont nombreux.

Tableau 3.2 Caractéristiques de l'indicateur « raisonnement de la fertilisation »

Type d'indicateur : <input type="checkbox"/> Pression <input type="checkbox"/> Etat <input checked="" type="checkbox"/> Réponse	Échelle : <input checked="" type="checkbox"/> 1 - Parcelle et exploitation <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Sous-bassin versant et bassin versant	Source(s) : 1 : Exploitants, organismes de conseils 2 : Enquêtes	Fréquence : Tous les ans ou plus																														
Faisabilité :		Pertinence :																															
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>x</td><td>Difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez facile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td>x</td><td></td><td>Facile à mettre en œuvre</td></tr> </table>		1	2			x	Difficile à mettre en œuvre			Assez difficile à mettre en œuvre			Assez facile à mettre en œuvre	x		Facile à mettre en œuvre	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À éviter seul</td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td><td>À utiliser avec prudence</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Utilisable</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Recommandé</td></tr> </table>		1	2				À éviter seul	x	x	À utiliser avec prudence			Utilisable			Recommandé
1	2																																
	x	Difficile à mettre en œuvre																															
		Assez difficile à mettre en œuvre																															
		Assez facile à mettre en œuvre																															
x		Facile à mettre en œuvre																															
1	2																																
		À éviter seul																															
x	x	À utiliser avec prudence																															
		Utilisable																															
		Recommandé																															
Valeur de référence :																																	
Pour être qualifié de « bon », le raisonnement doit faire appel à moins deux outils/méthodes différents, autre que le plan prévisionnel de fumure.																																	
Évaluation de l'indicateur :																																	
<table border="1"> <tr><td>Nombre d'outils/méthodes</td><td>0</td><td>1</td><td>≥ 2</td></tr> <tr><td>Note</td><td>Mauvais</td><td>Moyen</td><td>Bon</td></tr> </table>				Nombre d'outils/méthodes	0	1	≥ 2	Note	Mauvais	Moyen	Bon																						
Nombre d'outils/méthodes	0	1	≥ 2																														
Note	Mauvais	Moyen	Bon																														
Avantages :		Inconvénient :																															
<ul style="list-style-type: none"> • Expression de la volonté d'améliorer les pratiques agricoles • Facilité à évaluer à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation 		<ul style="list-style-type: none"> • Données difficiles à obtenir à l'échelle du sous-bassin versant ou du bassin versant 																															

Surfaces engagées dans une MAEC

Sur le territoire dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais, des programmes agro-environnementaux et climatiques (PAEC) sont mis en œuvre dans le but de promouvoir des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. Les MAEC sont des dispositions de la PAC, aussi une aide financière est accordée aux exploitants qui en contractent. Ces contrats sont pour une durée de cinq ans généralement, la campagne actuelle est celle de 2015-2020. La plupart de ces mesures ciblent les produits phytosanitaires mais d'autres encouragent les systèmes herbagers et la limitation de la charge pastorale et des fertilisants. Pour chaque territoire, un objectif de contrats est annoncé par la structure qui porte le PAEC : ce sont les structures de sous-bassins versants, qui portent aussi les contrats territoriaux (voir section 2.4.2). Il est proposé de totaliser les surfaces effectivement engagées dans les MAEC sur un territoire donné et de les comparer à l'objectif fixé. Les données sont donc a priori faciles à obtenir grâce au bilan du PAEC, rédigé en fin de campagne.

La valeur de référence est l'objectif fixé par la structure porteuse, qui est exprimée en pourcentage de surface totale engagée dans une MAEC par rapport à la superficie éligible aux MAEC. En effet, il arrive que tout le territoire ne puisse pas prétendre aux MAEC, il faut donc en tenir compte. L'indicateur est calculé par l'écart entre la surface totale engagée dans une ou plusieurs MAEC et l'objectif annoncé pour le territoire. Il s'agit d'un indicateur de réponse.

Le principal avantage de cet indicateur est l'accessibilité des données à l'échelle des sous-bassins versants. En plus d'exprimer l'engagement des exploitants, l'évaluation de cet indicateur peut aussi estimer l'efficacité de l'animation agricole sur le territoire dans une moindre mesure. Il sera intéressant de comparer les « performances » des différents sous-bassins versants et de tenter de comprendre les différences de résultats et d'identifier éventuellement les améliorations possibles. Il faudra toutefois être vigilant concernant les MAEC à prendre en compte et celles à exclure (produits phytosanitaires). Une autre limite concerne la valeur de l'objectif fixé, souvent ambitieux.

Tableau 3.3 Caractéristiques de l'indicateur « surfaces engagées dans une MAEC »

Type d'indicateur : <input type="checkbox"/> Pression <input type="checkbox"/> Etat <input checked="" type="checkbox"/> Réponse	Échelle : <input type="checkbox"/> 1 - Parcelle et exploitation <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Sous-bassin versant et bassin versant	Source(s) : 1 : - 2 : PAEC des sous-bassins versants	Fréquence : À chaque bilan de PAEC, soit tous les cinq ans. La campagne actuelle est celle de 2015-2020.																														
Faisabilité :		Pertinence :																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>Difficile à mettre en œuvre</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Assez difficile à mettre en œuvre</td> </tr> <tr> <td></td> <td>x</td> <td>Assez facile à mettre en œuvre</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Facile à mettre en œuvre</td> </tr> </tbody> </table>		1	2				Difficile à mettre en œuvre			Assez difficile à mettre en œuvre		x	Assez facile à mettre en œuvre			Facile à mettre en œuvre	<table border="1"> <thead> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td>À éviter seul</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>À utiliser avec prudence</td> </tr> <tr> <td></td> <td>x</td> <td>Utilisable</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Recommandé</td> </tr> </tbody> </table>		1	2				À éviter seul			À utiliser avec prudence		x	Utilisable			Recommandé
1	2																																
		Difficile à mettre en œuvre																															
		Assez difficile à mettre en œuvre																															
	x	Assez facile à mettre en œuvre																															
		Facile à mettre en œuvre																															
1	2																																
		À éviter seul																															
		À utiliser avec prudence																															
	x	Utilisable																															
		Recommandé																															
Valeur de référence :																																	
Objectif de surface ayant contractée une MAEC sur le territoire																																	
Évaluation de l'indicateur :																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>%</th> <th>< 50 %</th> <th>50 % - 75 %</th> <th>75 % - 100 %</th> <th>> 100 %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\frac{\text{surface totale en MAEC}}{\text{objectif de surface totale engagée}}$</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Note</td> <td>Mauvais</td> <td>Moyen</td> <td>Bon</td> <td>Très bon</td> </tr> </tbody> </table>		%	< 50 %	50 % - 75 %	75 % - 100 %	> 100 %	$\frac{\text{surface totale en MAEC}}{\text{objectif de surface totale engagée}}$					Note	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon																	
%	< 50 %	50 % - 75 %	75 % - 100 %	> 100 %																													
$\frac{\text{surface totale en MAEC}}{\text{objectif de surface totale engagée}}$																																	
Note	Mauvais	Moyen	Bon	Très bon																													
Avantages :		Inconvénient :																															
<ul style="list-style-type: none"> • Expression de la volonté d'améliorer les pratiques agricoles • Données facilement accessibles • Renseignements sur l'animation territoriale 		<ul style="list-style-type: none"> • Tri nécessaire des MAEC à prendre en compte • Objectif souvent ambitieux 																															

Le suivi de l'évolution des exploitations en agriculture biologique peut aussi s'avérer intéressante. Plusieurs organismes s'accordent à dire que l'agriculture biologique, notamment dans les aires d'alimentation de captages, lutte efficacement contre les pollutions diffuses d'origine agricole (MEDDE et MAAF, 2013). Cette efficacité est justifiée par la réglementation et le cahier des charges qui pèse sur ce type d'agriculture, notamment en ce qui concerne l'utilisation des fertilisants et des pesticides. Pour la gestion de l'azote, plusieurs raisons expliquent les avantages de ce modèle d'agriculture : les principales sont la non-utilisation d'engrais minéraux azotés et les pratiques d'élevage extensives. Cependant, cet indicateur n'a pas été retenu car il encourage un système agricole plutôt que des pratiques agricoles; or à l'échelle d'un bassin versant, il est plus cohérent d'inciter les exploitants à adopter de bonnes pratiques.

3.3.4 Indicateurs portant sur la dynamique de l'azote du sol

Le deuxième volet thématique propose trois indicateurs pour connaître et suivre la dynamique de l'azote dans les sols agricoles : un indicateur début de drainage, un indicateur de suivi des retournements de prairies permanentes, et un indicateur comparant les surfaces en prairies et les surfaces en culture de maïs.

RDD et CIPAN

Pour rappel, le RDD est la quantité d'azote minéral présente dans les sols au début des fortes précipitations à l'automne/hiver. Estimer le RDD revient à estimer au plus près les quantités d'azote qui risquent d'être lixiviées, c'est-à-dire perdues pour les cultures suivantes et potentiellement retrouvées dans les cours d'eau des années plus tard. Cet indicateur renseigne sur l'état du milieu et son utilisation est fortement recommandée comparativement aux autres types de reliquats pour suivre spécifiquement les fuites de nitrates (V. Parnaudeau, conversation, 6 juillet 2016). Cet indicateur peut être composé si on lui associe l'état de développement de la CIPAN. En effet, une CIPAN bien développée traduit une bonne assimilation des nitrates du sol par le couvert végétal : cela réduit la quantité de nitrates sensibles au drainage. Si la CIPAN est bien développée, cela signifie qu'il a été implanté au bon moment, dans de bonnes conditions. De plus, l'azote assimilé n'est pas perdu par l'exploitant car la CIPAN peut être valorisée (fourrage, engrais vert, etc.).

L'indicateur est évalué en fonction de la valeur du RDD et de l'état de développement de la CIPAN. Pour le RDD, il est difficile de fixer une valeur seuil car les incertitudes liées au analyse de reliquats sont grandes (Journée agriculture à très basses fuites d'azote, conférence, 31 mai 2016). Aussi, le mieux serait de comparer les valeurs obtenues à celles du réseau de référence de la CRAB dans le cadre du suivi des baies algues vertes (DRAAF de Bretagne, 2015a). Actuellement, aucune donnée de RDD n'a été collectée dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais. Pour la CIPAN, la méthode proposée est d'estimer le pourcentage de recouvrement du sol par le couvert végétal : 0 % représente le sol nu et 100 % est un couvert végétal très dense pour lequel on ne voit plus le sol. D'autres méthodes peuvent être utilisées, l'essentiel étant que celles choisies soient comparables entre les sous-bassins versants. Aussi, les valeurs

du tableau 3.4 sont données à titre d'exemple et sont susceptibles d'être modifiées étant donné la difficulté de figer une valeur de référence pour ces deux variables.

En plus d'être très pertinent, cet indicateur présente aussi un rôle pédagogique auprès de l'exploitant vis-à-vis du cycle de l'azote et vis-à-vis de ses pratiques, surtout pour les conditions d'implantation de la CIPAN. Les données peuvent être accessibles par des reliquats et des observations de l'état de la CIPAN à la parcelle, mais assez difficile à obtenir à l'échelle d'un grand territoire tel que les sous-bassins versants. En revanche, les incertitudes liées au RDD freinent son interprétation, aussi il est plus prudent de ne pas figer de valeur absolue. La réalisation de RDD est coûteuse, nécessitant des financements pour son financement. C'est un indicateur pour lequel la pertinence a été privilégiée par rapport à sa faisabilité.

Tableau 3.4 Caractéristiques de l'indicateur « RDD et CIPAN »

Type d'indicateur : <input type="checkbox"/> Pression <input checked="" type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Réponse	Échelle : <input checked="" type="checkbox"/> 1 - Parcelle et exploitation <input type="checkbox"/> 2 - Sous-bassin versant et bassin versant	Source(s) : 1 : Analyse terrain 2 : -	Fréquence : Tous les ans idéalement, en période de début de drainage																														
Faisabilité :		Pertinence :																															
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>x</td><td></td><td>Difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez facile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Facile à mettre en œuvre</td></tr> </table>		1	2		x		Difficile à mettre en œuvre			Assez difficile à mettre en œuvre			Assez facile à mettre en œuvre			Facile à mettre en œuvre	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À éviter seul</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À utiliser avec prudence</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Utilisable</td></tr> <tr><td>x</td><td></td><td>Recommandé</td></tr> </table>		1	2				À éviter seul			À utiliser avec prudence			Utilisable	x		Recommandé
1	2																																
x		Difficile à mettre en œuvre																															
		Assez difficile à mettre en œuvre																															
		Assez facile à mettre en œuvre																															
		Facile à mettre en œuvre																															
1	2																																
		À éviter seul																															
		À utiliser avec prudence																															
		Utilisable																															
x		Recommandé																															
Exemple de valeurs de référence :																																	
Pour le RDD, la valeur de référence serait la médiane des valeurs de RDD des parcelles de référence de la CRAB.																																	
Pour la CIPAN, une couverture à 75 % est jugée satisfaisante.																																	
Évaluation de l'indicateur :																																	
RDD (en kg N/ha)		> valeur de référence	< valeur de référence																														
Note		Mauvais	Moyen																														
Recouvrement du sol par la CIPAN		< 50 %	50 % -75 %	75 % -100 %																													
Note		Mauvais	Moyen	Bon																													
Avantages :		Inconvénient :																															
<ul style="list-style-type: none"> • Pertinence très forte pour le risque de lixiviation des nitrates • Rôle pédagogique si une animation est associée 		<ul style="list-style-type: none"> • Pas de données actuellement • Coûts, difficultés de mise en œuvre 																															

À l'échelle du sous-bassin versant et du bassin versant, cet indicateur de suivi pourrait être mis en place grâce à un réseau de reliquats. Il faudrait pour cela définir le profil des parcelles sur lesquelles réaliser les RDD afin qu'elles puissent être comparées entre elles.

Ratio prairies permanentes

Les retournements de prairies sont source de pics de minéralisation importants, surtout pendant les années suivantes, dont l'intensité dépend de l'âge qu'avait la prairie avant d'être retournée (CRAB et INRA, 2012; Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural [CIVAM] Bretagne, 2010). Les quantités d'azote minéral dans les sols sont donc augmentées, ce qui accroît les quantités d'azote sensibles à la lixiviation. Cet indicateur permet de suivre une des pratiques agricoles du territoire favorisant les fuites de nitrates, c'est un indicateur de pression.

Depuis la nouvelle PAC 2015-2020, le ratio de prairies permanentes par ha de SAU est calculé tous les ans au niveau régional. Le but est de suivre l'évolution de SAU en prairies permanentes et de favoriser leur maintien. La valeur de référence utilisée est le ratio de prairies permanentes déclarées dans le cadre de la PAC en 2012. En temps normal, l'exploitant peut retourner ses prairies permanentes lorsqu'il le souhaite. Si le ratio baisse de 2,5 % ou plus par rapport à la référence de 2012, une autorisation devra être demandée auprès des autorités correspondantes pour pouvoir retourner une prairie permanente. Si le ratio diminue de 5 % ou plus, le maintien des prairies permanentes est obligatoire, c'est-à-dire que l'exploitant doit remettre en herbe les prairies retournées et ne pas en retourner d'autres. Cette disposition, retrouvée dans le principe du « verdissement de la PAC », est intéressante car il s'agit d'une gestion collective de la ressource. (Comités de développement du Finistère, 2015)

Le suivi de cette évolution peut être réalisé via les données des Services régionaux de l'État (DRAAF, DREAL) ou via un traitement des données du RPG annuel à l'échelle du bassin versant. L'échelle de l'exploitation est une échelle spatiale trop petite pour que cet indicateur ait du sens pour un suivi annuel.

Parmi les inconvénients, on peut noter que les prairies temporaires ne sont pas prises en compte. De plus, un certain nombre d'agriculteurs déclarait les prairies permanentes comme prairies temporaires afin de simplifier leurs démarches (Comités de développement du Finistère, 2015).

Tableau 3.5 Caractéristiques de l'indicateur « ratio prairies permanentes »

Type d'indicateur : <input checked="" type="checkbox"/> Pression <input type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Réponse	Échelle : <input type="checkbox"/> 1 - Parcelle et exploitation <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Sous-bassin versant et bassin versant	Source(s) : 1 : - 2 : DRAAF, DREAL, données annuelles du RPG	Fréquence : Tous les ans																														
Faisabilité :		Pertinence :																															
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez facile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td>x</td><td>Facile à mettre en œuvre</td></tr> </table>		1	2				Difficile à mettre en œuvre			Assez difficile à mettre en œuvre			Assez facile à mettre en œuvre		x	Facile à mettre en œuvre	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À éviter seul</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À utiliser avec prudence</td></tr> <tr><td></td><td>x</td><td>Utilisable</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Recommandé</td></tr> </table>		1	2				À éviter seul			À utiliser avec prudence		x	Utilisable			Recommandé
1	2																																
		Difficile à mettre en œuvre																															
		Assez difficile à mettre en œuvre																															
		Assez facile à mettre en œuvre																															
	x	Facile à mettre en œuvre																															
1	2																																
		À éviter seul																															
		À utiliser avec prudence																															
	x	Utilisable																															
		Recommandé																															
Valeurs de référence :																																	
Part de la SAU en prairies permanentes en 2012 (dans les déclarations encadrées par la PAC)																																	
Évaluation de l'indicateur :																																	
<table border="1"> <tr> <td rowspan="2">Diminution du ratio</td> <td>Prairies permanentes (ha)</td> <td>> 5 %</td> <td>2,5 % - 5 %</td> <td>< 2,5 %</td> </tr> <tr> <td>SAU (ha)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Note</td> <td>Mauvais</td> <td>Moyen</td> <td>Bon</td> </tr> </table>		Diminution du ratio	Prairies permanentes (ha)	> 5 %	2,5 % - 5 %	< 2,5 %	SAU (ha)				Note		Mauvais	Moyen	Bon																		
Diminution du ratio	Prairies permanentes (ha)		> 5 %	2,5 % - 5 %	< 2,5 %																												
	SAU (ha)																																
Note		Mauvais	Moyen	Bon																													
Avantages :		Inconvénients :																															
<ul style="list-style-type: none"> • Pertinence forte pour estimer la dynamique de la minéralisation de l'azote sur le territoire • Données assez accessibles pour un suivi à l'échelle des sous-bassins versants et du bassin versant 		<ul style="list-style-type: none"> • Les prairies permanentes ne sont pas toujours déclarées comme telles • Les prairies temporaires ne sont pas prises en compte 																															

Ratio prairies – cultures de maïs

Les prairies sont des surfaces agricoles peu travaillées et sont essentiellement destinées au pâturage. Les végétaux qui les composent sont consommés par le bétail, et l'azote ingéré est restitué à la parcelle par les déjections. L'hypothèse formulée est que la présence de prairies témoigne d'une activité d'élevage extensif, pratique encouragée par de nombreux organismes comme le Centre d'Étude pour un Développement Agricole Plus Autonome (CEDAPA), Association Française pour la Production Fourragère (AFPF), etc. (Journée agriculture à très basses fuites d'azote, conférence, 31 mai 2016). L'argument mis en avant est l'autonomie fourragère des exploitations. En Bretagne, la majeure partie des cultures de maïs sont destinées à l'alimentation du bétail. La gestion du pâturage peut être très différente d'une exploitation à une autre, notamment en termes de journées de pâturage. Aussi, la présence de cultures pour alimentation animale laisse une certaine flexibilité à l'exploitant et permet une sécurité alimentaire lors de mauvaises années climatiques.

Il s'agit d'un indicateur d'état, il est obtenu par le ratio entre la surface totale en prairies sur la surface totale en cultures. L'intérêt de cet indicateur réside surtout dans son évolution dans le temps. La valeur de référence serait alors le ratio d'une année antérieure. Les intervalles pour évaluer l'évolution ont été choisis arbitrairement en s'inspirant de ceux précisés pour l'indicateur précédent et peuvent être ajustés si besoin.

Ces données sont disponibles annuellement dans le RPG, pour des données plus fiables il faut se baser sur le recensement agricole de 2010. Cet indicateur peut aussi bien être renseigné à l'échelle de la parcelle qu'à l'échelle du bassin versant. Un des inconvénients est qu'il ne prend pas en compte l'organisation foncière du parcellaire : dans de nombreux cas, certaines parcelles sont éloignées de l'exploitation et la conduite du bétail s'avère difficile voire impossible (Journée agriculture à très basses fuites d'azote, conférence, 31 mai 2016). De plus, il ne concerne que certains systèmes agricoles, comme la polyculture élevage, ce qui entraîne un certain clivage : par exemple, les cultures légumières ne seraient pas prises en compte par cet indicateur, bien qu'importantes sur la frange littoral.

Tableau 3.6 Caractéristiques de l'indicateur « ratio prairies – cultures de maïs »

Type d'indicateur : <input type="checkbox"/> Pression <input checked="" type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Réponse	Échelle : <input checked="" type="checkbox"/> 1 - Parcelle et exploitation <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Sous-bassin versant et bassin versant	Source(s) : 1 : Exploitant 2 : Données annuelles du RPG	Fréquence : Tous les ans																														
Faisabilité :		Pertinence :																															
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td>x</td><td></td><td>Assez facile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td>x</td><td>Facile à mettre en œuvre</td></tr> </table>		1	2				Difficile à mettre en œuvre			Assez difficile à mettre en œuvre	x		Assez facile à mettre en œuvre		x	Facile à mettre en œuvre	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À éviter seul</td></tr> <tr><td>x</td><td>x</td><td>À utiliser avec prudence</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Utilisable</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Recommandé</td></tr> </table>		1	2				À éviter seul	x	x	À utiliser avec prudence			Utilisable			Recommandé
1	2																																
		Difficile à mettre en œuvre																															
		Assez difficile à mettre en œuvre																															
x		Assez facile à mettre en œuvre																															
	x	Facile à mettre en œuvre																															
1	2																																
		À éviter seul																															
x	x	À utiliser avec prudence																															
		Utilisable																															
		Recommandé																															
Valeurs de référence :																																	
Part de la SAU en prairies permanentes en 2012 (dans les déclarations encadrées par la PAC)																																	
Évaluation de l'indicateur :																																	
Évolution du ratio		<table border="1"> <tr> <td>$\frac{\text{Prairies (ha)}}{\text{Culture de maïs (ha)}}$</td> <td>< - 5 %</td> <td>- 5 % à + 5 %</td> <td>> + 5 %</td> </tr> <tr> <td>Note</td> <td>Mauvais</td> <td>Moyen</td> <td>Bon</td> </tr> </table>		$\frac{\text{Prairies (ha)}}{\text{Culture de maïs (ha)}}$	< - 5 %	- 5 % à + 5 %	> + 5 %	Note	Mauvais	Moyen	Bon																						
$\frac{\text{Prairies (ha)}}{\text{Culture de maïs (ha)}}$	< - 5 %	- 5 % à + 5 %	> + 5 %																														
Note	Mauvais	Moyen	Bon																														
Avantages :		Inconvénients :																															
<ul style="list-style-type: none"> Estimation des pratiques d'élevage extensif Données assez accessibles pour un suivi à l'échelle des sous-bassins versants et du bassin versant 		<ul style="list-style-type: none"> Prudence nécessaire pour interpréter l'indicateur en fonction du devenir des cultures sur le territoire. Non prise en compte d'organisation du parcellaire 																															

3.3.5 Indicateurs portant sur les transferts d'azote hors des parcelles

Ce troisième volet thématique identifie deux indicateurs donnant des informations sur les transferts de nitrates hors des parcelles et vers les cours d'eau. Cet aspect est toutefois difficile à évaluer car comme précisé dans le premier chapitre, les mécanismes de lixiviation et de transfert des nitrates sont de l'ordre de plusieurs années. Les concentrations de nitrates dans les cours d'eau et l'état des fonctions épuratrices des zones humides dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais constituent deux indicateurs d'état, qui renseignent sur l'état des milieux aquatiques.

Concentrations de nitrates dans les eaux

Cet indicateur reprend à l'identique la démarche adoptée par l'Agence de l'Eau pour suivre l'état chimique des cours d'eau à l'intérieur des bassins versants, dans le cadre de la DCE et de la LEMA. La méthode consiste à mesurer régulièrement les teneurs en nitrates dans les eaux superficielles et souterraines. Le P90, correspondant à la valeur maximale atteinte par 90 % des mesures, est calculé pour les eaux superficielles; pour les eaux souterraines, c'est la valeur maximale qui est prise en compte, conformément à la méthode indiquée dans le SDAGE.

La valeur de référence est 25 mg/L : le P90 doit être inférieur à cette valeur pour qu'il soit jugé satisfaisant. Les classes de valeurs utilisées sont celles adoptées par le SAGE Rance Frémur baie de Beaussais : inférieure à 2 mg/L, entre 2 et 10 mg/L, entre 10 et 25 mg/L, entre 25 et 50 mg/L et supérieure à 50 mg/L, cette dernière étant le seuil réglementaire.

L'avantage de cet indicateur est qu'il est alimenté par des données précises, fiables et fréquentes. Les résultats des mesures sont disponibles auprès de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne pour les cours d'eau, et auprès de l'Agence régionale de santé pour les sites de productions d'eau potable. Généralement, 12 prélèvements sont effectués par an pour une station de mesure, soit un par mois. Ces stations sont fixes, le réseau global est pérenne depuis plus de 15 ans.

Tableau 3.7 Caractéristiques de l'indicateur « concentrations de nitrates dans les eaux »

Type d'indicateur : <input type="checkbox"/> Pression <input checked="" type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Réponse	Échelle : <input type="checkbox"/> 1 - Parcelle et exploitation <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Sous-bassin versant et bassin versant	Source(s) : 1 : Exploitant 2 : Agence de l'Eau Loire-Bretagne	Fréquence : Tous les ans																														
Faisabilité :		Pertinence :																															
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez facile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td>x</td><td>Facile à mettre en œuvre</td></tr> </table>		1	2				Difficile à mettre en œuvre			Assez difficile à mettre en œuvre			Assez facile à mettre en œuvre		x	Facile à mettre en œuvre	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À éviter seul</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À utiliser avec prudence</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Utilisable</td></tr> <tr><td></td><td>x</td><td>Recommandé</td></tr> </table>		1	2				À éviter seul			À utiliser avec prudence			Utilisable		x	Recommandé
1	2																																
		Difficile à mettre en œuvre																															
		Assez difficile à mettre en œuvre																															
		Assez facile à mettre en œuvre																															
	x	Facile à mettre en œuvre																															
1	2																																
		À éviter seul																															
		À utiliser avec prudence																															
		Utilisable																															
	x	Recommandé																															
Valeur de référence :																																	
P90 (NO ₃ ⁻) = 25 mg/L																																	
Évaluation de l'indicateur :																																	
<table border="1"> <tr> <td>P90 (NO₃⁻) (en mg/L)</td> <td>< 2</td> <td>2 - 10</td> <td>10 - 25</td> <td>25 - 50</td> <td>> 50</td> </tr> <tr> <td>Note</td> <td>Très bon</td> <td>Bon</td> <td>Moyen</td> <td>Médiocre</td> <td>Mauvais</td> </tr> </table>				P90 (NO ₃ ⁻) (en mg/L)	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50	Note	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais																		
P90 (NO ₃ ⁻) (en mg/L)	< 2	2 - 10	10 - 25	25 - 50	> 50																												
Note	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais																												
Avantages :		Inconvénient :																															
<ul style="list-style-type: none"> • Pertinence très forte, indicateur déjà en place à la CLE pour le suivi de l'état chimique des cours d'eau • Données accessibles et fiables • Dispositif pérenne 		<ul style="list-style-type: none"> • Exhaustivité impossible en raison de la densité de l'hydrographie 																															

L'indicateur est évalué pour chaque station de mesure et est reporté sur une carte du bassin versant, tel que le présente la figure 1.10. Cela permet d'avoir une vue d'ensemble et d'identifier les zones problématiques concernant les nitrates.

Fonctions épuratrices des zones humides

Les zones humides ont la capacité de dénitrifier les eaux chargées en nitrates et leur bon fonctionnement est indispensable pour celui du milieu environnant. Actuellement, les zones humides inventoriées dans le bassin versant représentent 7 % de la superficie totale. Grâce aux données fournies par l'association Agro-Transfert Ressources et Territoires et aux outils de calcul du logiciel *Quantum GIS*, il a été estimé que les zones humides recouvraient originellement 24 % du bassin versant de 1 330 km² (donnée interne). De par l'article 3 de son règlement, le SAGE Rance Frémur baie de Beaussais vise le maintien des zones humides dans son périmètre. L'indicateur propose de suivre l'évolution des surfaces occupées par les zones humides, une augmentation de celles-ci étant considérée comme positive, et une diminution étant négative.

Par ailleurs, toutes les zones humides ne sont pas capables de dénitrifier, soit du fait de leurs caractéristiques, soit parce qu'elles sont dégradées. Pour évaluer ces capacités, il est possible de diagnostiquer l'état des fonctions épuratrices des zones humides à l'aide de plusieurs critères physico-chimiques et écologiques. Un tel travail a par exemple été effectué en 2013 par le Syndicat du bassin versant du Linon et a permis d'établir que 47 % des zones humides avaient un bon et très bon état des fonctions épuratrices.

Il s'agit donc d'évaluer la superficie de zones humides sur le territoire et d'établir la part de ces milieux qui sont en bon ou très bon état pour leurs fonctions épuratrices, c'est-à-dire fonctionnels et potentiellement capables de dénitrifier efficacement. Les valeurs de référence sont alors celles déterminées lors des premiers inventaires.

Pour la surface totale en zones humides, la valeur actuelle de 7 % peut être utilisée comme référence à l'échelle du bassin versant, sachant que tous les inventaires ne sont pas complets. Il est difficile, voire déconseillé de fixer un ratio idéal de zones humides sur un territoire, le plus important étant leur état (T. Berthou, conversation, 16 juin 2016).

Tableau 3.8 Caractéristiques de l'indicateur « fonctions épuratrices des zones humides »

Type d'indicateur : <input type="checkbox"/> Pression <input checked="" type="checkbox"/> Etat <input type="checkbox"/> Réponse	Échelle : <input type="checkbox"/> 1 - Parcelle et exploitation <input checked="" type="checkbox"/> 2 - Sous-bassin versant et bassin versant	Source(s) : 1 : - 2 : Inventaires de zones humides et diagnostic des fonctions épuratrices	Fréquence : Lorsque possible																														
Faisabilité :		Pertinence :																															
<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td>x</td><td>Difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez difficile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Assez facile à mettre en œuvre</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Facile à mettre en œuvre</td></tr> </table>		1	2			x	Difficile à mettre en œuvre			Assez difficile à mettre en œuvre			Assez facile à mettre en œuvre			Facile à mettre en œuvre	<table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À éviter seul</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>À utiliser avec prudence</td></tr> <tr><td></td><td>x</td><td>Utilisable</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>Recommandé</td></tr> </table>		1	2				À éviter seul			À utiliser avec prudence		x	Utilisable			Recommandé
1	2																																
	x	Difficile à mettre en œuvre																															
		Assez difficile à mettre en œuvre																															
		Assez facile à mettre en œuvre																															
		Facile à mettre en œuvre																															
1	2																																
		À éviter seul																															
		À utiliser avec prudence																															
	x	Utilisable																															
		Recommandé																															
Valeur de référence :																																	
Surface en zones humides : 7 % de la superficie totale du bassin versant (à adapter à chaque sous-bassin versant)																																	
Fonctions épuratrices en bon ou très bon état : valeur à déterminer par le(s) diagnostic(s)																																	
Évaluation de l'indicateur :																																	
<table border="1"> <tr><td>Surface en zones humides</td><td>Diminution</td><td>Augmentation</td></tr> <tr><td>Note</td><td>Mauvais</td><td>Bon</td></tr> </table>			Surface en zones humides	Diminution	Augmentation	Note	Mauvais	Bon																									
Surface en zones humides	Diminution	Augmentation																															
Note	Mauvais	Bon																															
<table border="1"> <tr><td>Fonctions épuratrices en bon ou très bon état</td><td>Diminution</td><td>Augmentation</td></tr> <tr><td>Note</td><td>Mauvais</td><td>Bon</td></tr> </table>			Fonctions épuratrices en bon ou très bon état	Diminution	Augmentation	Note	Mauvais	Bon																									
Fonctions épuratrices en bon ou très bon état	Diminution	Augmentation																															
Note	Mauvais	Bon																															
Avantages :		Inconvénient :																															
<ul style="list-style-type: none"> • Pertinence pour évaluer les capacités dénitrifiantes sur le territoire • Cohérence avec la politique du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais 		<ul style="list-style-type: none"> • Temps important nécessaire pour réaliser les inventaires • Le 100 % de fonctions épuratrices en bon ou très bon état n'est pas atteignables du fait des caractéristiques des différents types de zones humides 																															

3.3.6 Tableau de bord de suivi

Les indicateurs proposés sont au nombre de huit, ils visent à suivre les fuites de nitrates de manière globale à l'échelle des sous-bassins versants et du bassin versant, bien que certains ne soient applicables qu'à l'échelle de la parcelle. La compilation de ces indicateurs mène à l'élaboration d'un tableau de bord simplifié (Figure 3.4). Il est présenté à l'échelle du périmètre du SAGE mais il est en principe adaptable à chaque territoire.

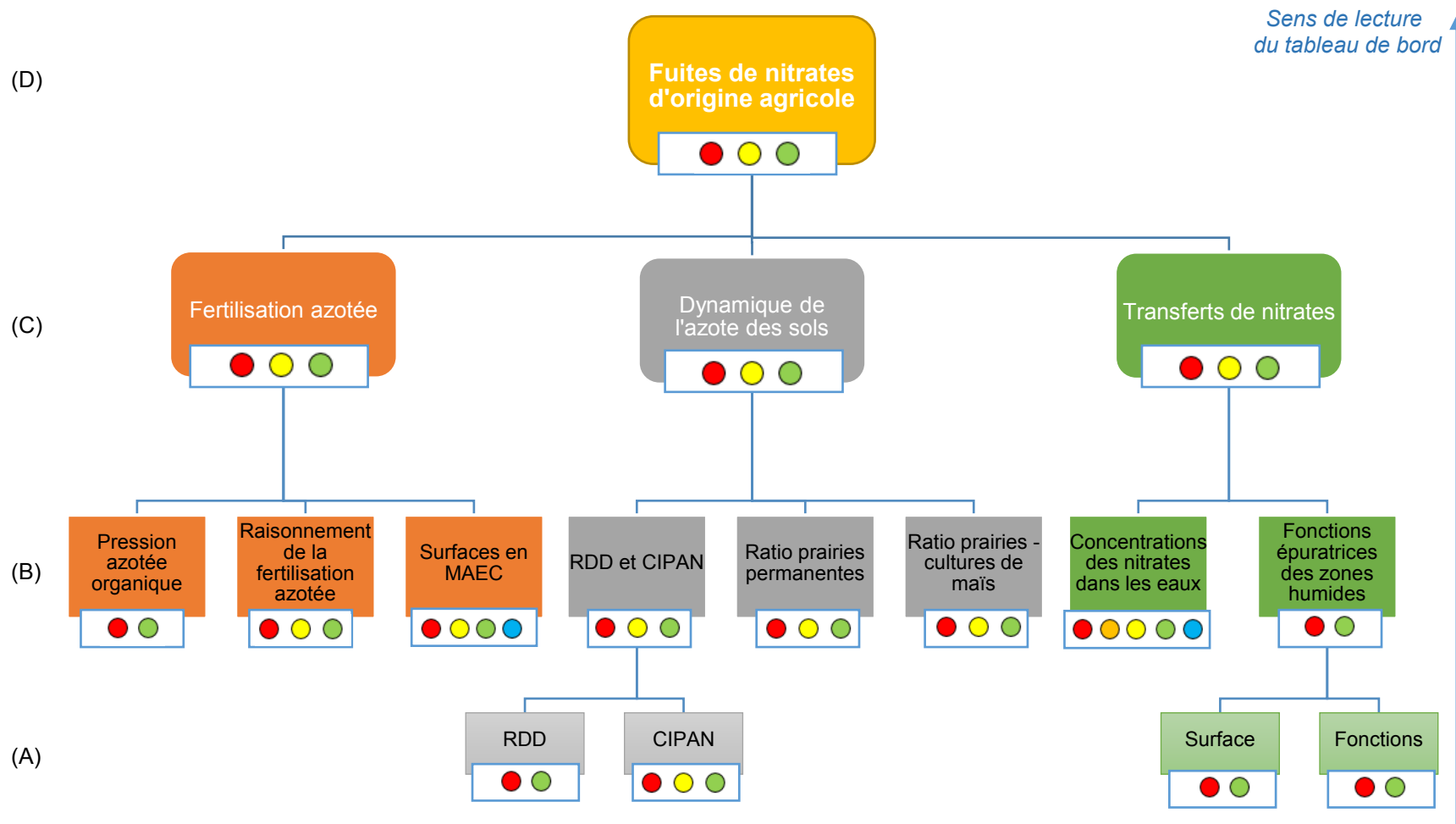


Figure 3.4 Tableau de bord des indicateurs de suivi (inspiré de : Girardin, Guichard et Bockstaller, 2005)

Pour chaque élément, un cadran d'évaluation est associé avec minimalement deux ronds de couleurs différentes, vert et rouge. Ces cadrans indiquent la gamme des notes qui peuvent être associées aux indicateurs, les couleurs font référence aux modalités d'évaluation, telles que contenues dans les tableaux 3.1 à 3.8 :

- rouge : mauvais,
- orange : médiocre,
- jaune : moyen,
- vert : bon,
- bleu : très bon.

La hiérarchisation du tableau de bord est verticale avec une lecture du bas vers le haut. Au niveau A se trouvent des sous-indicateurs : ils sont définis pour les indicateurs composés. Les huit indicateurs sont retrouvés au niveau B, ils sont répartis en trois indices correspondant aux trois volets thématiques : ces indices constituent le niveau C. Enfin, au niveau D, un super-indice combine les trois indices : le super-indice portant sur les fuites de nitrates d'origine agricole.

Pour renseigner le super-indice, il est nécessaire de débiter par les niveaux A et B et de remonter progressivement vers le niveau D. Pour les niveaux A et B, l'indicateur est évalué en fonction des valeurs de référence telles que définies dans les sections précédentes. Pour les indicateurs de suivi « RDD et CIPAN » et « fonctions épuratrices des zones humides », et pour renseigner n'importe quel élément du niveau supérieur, la règle qui s'applique est la suivante :

- l'élément est vert, si tous les éléments inférieurs du même groupe sont verts ou bleus,
- l'élément est jaune, si aucun élément inférieur n'est rouge, et qu'au moins un des éléments inférieurs est orange ou jaune,
- l'élément est rouge, si au moins un des éléments inférieurs est rouge.

De cette façon, les sous-indicateurs renseignent les indicateurs correspondant, les indicateurs de suivi renseignent l'indice correspondant, et les indices renseignent le super-indice. L'objectif est que le super-indice reçoive toujours une évaluation « bon » (vert).

Dans le cas où le super-indice est évalué comme « moyen » (jaune), cela signifie qu'aucun des indicateurs n'est mauvais et qu'un indicateur ou plus est médiocre ou moyen.

À ce stade d'élaboration des outils, il a été décidé de ne pas pondérer les indicateurs. La pondération, si elle a lieu, devra s'effectuer de manière concertée avec les différents acteurs du territoire. Cependant, il est préconisé de pondérer plus fortement ceux pour lesquels la pertinence est forte : l'indicateur RDD et CIPAN et celui sur les concentrations de nitrates dans les eaux.

Les outils compilés sont donc de plusieurs types. Les références sous forme de grilles et de cartes permettent d'obtenir des informations non seulement sur le contexte pédoclimatique à l'intérieur du périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais, comme la lame drainante ou le contexte pédologique, mais aussi sur la composante agricole ayant un rôle dans le mécanisme des fuites d'azote : les pratiques culturales et la connaissance et la gestion des effluents, etc. Les indicateurs, quant à eux, permettent de suivre d'une part les pratiques agricoles telles que la gestion des prairies et les pratiques de fertilisation, et d'autre part l'état azoté des sols et des milieux aquatiques. Le choix de restreindre le nombre d'indicateurs entraîne une perte de l'information sur le système étudié, mais garantit une meilleure prise en main des outils par les acteurs locaux et notamment les agriculteurs, qui pourront par la suite les affiner et les compléter si nécessaire.

CONCLUSION

Les différents éléments présentés dans cet essai permettent en premier lieu de constater plusieurs enjeux liés aux nitrates sur le bassin versant de la Rance, du Frémur et de la baie de Beausseis, qui ont des impacts assez négatifs. Tout d'abord, les concentrations de nitrates dans les cours d'eau dépassent presque toujours les 25 mg/L et n'atteignent donc pas l'objectif du SAGE pour ce paramètre. Ensuite, des algues vertes sont régulièrement observées dans l'estuaire de la Rance et dans la baie de Lancieux, altérant l'état écologique et physique des milieux concernés. Par ailleurs, des captages sont désignés prioritaires par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, avec comme paramètre déclassant des concentrations excessives de nitrates, ce qui peut entraîner à terme des interdictions de production d'eau potable si la qualité de l'eau ne tend pas vers une amélioration. Ces enjeux sont le résultat de fuites de nitrates vers les cours d'eau et cet essai s'est intéressé particulièrement aux fuites de nitrates d'origine agricole, source majeure d'azote sur le territoire breton. Les fuites de nitrates peuvent effectivement mener à des pollutions azotées si elles deviennent trop importantes. Or, les origines des fuites de nitrates sont complexes, tout comme leur gestion.

Le chapitre 1 expose les connaissances des fuites d'azote dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beausseis, ainsi que les connaissances théoriques pour les comprendre. On identifie que, contrairement aux éléments qui ruissellent, les impacts des nitrates apportés dans les champs sur les écosystèmes ne sont détectés que bien des années plus tard. Les facteurs favorisant la lixiviation des nitrates, mécanisme majeur de transfert de l'azote minéral, sont multiples et variés. Les principaux sont le climat et les sols, soit deux facteurs environnementaux, et les activités agricoles, c'est-à-dire un facteur humain. Le climat joue un rôle non négligeable, de même que le contexte pédologique. Les fortes précipitations de fin d'année peuvent entraîner la grande majorité des nitrates des sols vers les sols profonds, les aquifères, et à terme vers les cours d'eau. L'azote minéral déplacé n'est alors plus disponible pour les cultures suivantes et peut constituer une perte financière plus ou moins importante pour l'exploitant qui doit requérir à nouveau aux fertilisants minéraux pour répondre aux besoins des végétaux. Les sols jouent également un rôle : leurs caractéristiques physiques leur permettent de filtrer plus ou moins facilement les nitrates, les laissant passer ou les retenant. Les caractéristiques principales sont la profondeur, la structure, la texture et la granulométrie. Les sols riches en éléments grossiers ou très fissurés, comme les granites du Massif armoricain de Bretagne, favorisent le passage de l'eau vers les aquifères souterrains. Les limons, au contraire, deviennent rapidement imperméables, empêchant l'infiltration de l'eau et favorisant les phénomènes de ruissellement. En plus de favoriser ou non la lixiviation des nitrates, les propriétés des sols sont importantes pour la minéralisation de l'azote organique du sol. La minéralisation dépend fortement du climat (humidité, température) mais aussi des sols, dont la contribution est encore assez mal connue. Mais ce sont les pratiques agricoles qui sont déterminantes pour expliquer les fuites de nitrates.

Les pratiques culturales modifient le cycle de l'azote en introduisant de l'azote sous forme de fertilisants minéraux ou organiques, et en exportant de l'azote sous forme de récoltes (protéines végétales). Cela signifie que les exploitants sont garants de l'équilibre du cycle de l'azote, le perturbant si les apports sont

insuffisants ou s'ils sont excédentaires : c'est le principe de l'équilibre de la fertilisation. Outre le respect de la balance azotée, l'interculture hivernale qui succède aux récoltes présente des risques car les cultures ne sont plus en place pour assimiler l'azote minéral des sols et les retenir lors de la période de drainage hivernal. C'est pourquoi une mauvaise implantation des CIPAN favorise les fuites de nitrates.

Cependant, des efforts sont observés, volontaires ou contraints, pour améliorer les pratiques. La réglementation est le moteur principal des changements de pratiques agricoles. La Directive Nitrates et ses programmes d'action successifs ont imposé des mesures conséquentes comme l'interdiction de laisser les sols nus en période de drainage hivernal ou l'interdiction d'épandre plus de 170 kg N/ha/an provenant des effluents d'élevage. Les différentes mesures réglementaires présentées dans le chapitre 2 visent à garantir une qualité minimale de l'eau et à tendre vers l'amélioration de l'état des écosystèmes aquatiques, avec notamment la lutte contre les pollutions de nitrates d'origine agricole. Le SAGE Rance Frémur baie de Beaussais prévoit par ailleurs des dispositions spécifiques et des orientations de gestion dans ce sens, dans le but d'assurer une alimentation en eau potable durable dans son périmètre. C'est ce qui a orienté l'essai sur l'élaboration d'outils pour connaître, comprendre et suivre les fuites de nitrates d'origine agricole, objet du troisième et dernier chapitre.

Ces outils s'adressent avant tout aux agriculteurs et aux acteurs locaux. Ils se composent de références agronomiques locales et d'indicateurs de suivi. Les indicateurs sélectionnés doivent permettre d'évaluer la situation des fuites de nitrates à un temps donné. Les références agronomiques locales présentent des paramètres environnementaux et agronomiques connus afin de mieux les prendre en compte dans les pratiques agricoles. Au total, une dizaine de références locales a été identifiée. Ces références sont composées de cartes et de grilles de calcul, réparties en références pédoclimatiques (carte des cours d'eau et des zones humides, carte pédologique, données de RSH, carte de la lame drainante, grilles « lessivage des nitrates »), en références agricoles (assolement, grilles « besoins nutritionnels des cultures », grilles « azote produit par le cheptel ») et en référence pour l'animation territoriale (charte ferti-phyto). Ce premier ensemble d'outils couvre bien les trois aspects identifiés : le climat, le sol et les pratiques agricoles; il s'adresse plutôt aux agriculteurs. Concernant les indicateurs de suivi, huit ont été sélectionnés grâce aux recherches bibliographiques et aux rencontres avec les différents acteurs du territoire (partenaires de la CLE, scientifiques). Ils sont catégorisés selon trois thématiques : ceux liés aux pratiques de fertilisation (RDD et CIPAN, ratio de prairies permanentes, ratio prairies - cultures de maïs), ceux liés à la dynamique de l'azote dans le sol et ceux portant sur les transferts de nitrates vers les milieux aquatiques (concentrations de nitrates dans les eaux, fonctions épuratrices des zones humides). À l'instar des références, les indicateurs couvrent des aspects suffisamment larges pour suivre les fuites d'azote à l'échelle du bassin versant, bien que certains ne puissent être renseignés qu'à l'échelle de la parcelle pour des raisons pratiques. Un tableau de bord est proposé pour synthétiser au mieux les informations données par les indicateurs et permettre une meilleure appropriation de ceux-ci par les gestionnaires du territoire.

RÉFÉRENCES

- Agence des Services et de Paiement (2016). Mise à disposition du registre parcellaire graphique anonyme. Repéré sur le site de l'Agence des Services et de Paiement, section Ses savoir-faire, Ingénierie administrative : <http://www.asp-public.fr/ses-savoir-faire/mise-disposition-du-registre-parcellaire-graphique-anonyme>
- Agrocampus Ouest (2012a). Unités cartographiques de sol. Repéré sur le site de Sols de Bretagne, section Données et outils, Informations géographiques, Unités cartographiques de sol : <http://www.sols-de-bretagne.fr/donnees-et-outils/INFORMATIONS-GEOGRAPHIQUES/UNITES-CARTOGRAPHIQUES-DE-SOL/>
- Agrocampus Ouest (2012b). Paramètres pédologiques. Repéré sur le site de Sols de Bretagne, section Données et outils, Informations géographiques, Paramètres pédologiques : <http://www.sols-de-bretagne.fr/donnees-et-outils/INFORMATIONS-GEOGRAPHIQUES/PARAMETRES-PEDOLOGIQUES/>
- Agrocampus Ouest (2015a). Définition des unités cartographiques de sol. Repéré sur le site de Sols de Bretagne, section Inventaire et cartographie, Démarche, Définition des unités cartographiques de sol : <http://www.sols-de-bretagne.fr/inventaire-et-cartographie-sols/demarche.html?id=156>
- Agrocampus Ouest (2015b). Sols de Bretagne. Repéré sur le site de Sols de Bretagne : <http://www.sols-de-bretagne.fr/>
- Arrêté n° 94-335 du 14 septembre 1994 portant délimitation des zones vulnérables à la pollution par les nitrates d'origine agricole dans le bassin Loire-Bretagne.*
- Arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole (Journal officiel n°295 du 21 décembre 2011).*
- Arrêté du 20 décembre 2011 portant composition, organisation et fonctionnement du groupe régional d'expertise « nitrates » pour le programme d'actions à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole (Journal officiel n°295 du 21 décembre 2011).*
- Arrêté du 5 juillet 2013 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée en Bretagne.*
- Arrêté du 23 octobre 2013 modifiant l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole (Journal officiel n°254 du 31 octobre 2013).*
- Arrêté du 14 mars 2014 établissant le programme d'actions régional en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole.*
- Arrêté du 26 juin 2015 établissant le référentiel régional de mise en œuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée en Bretagne.*
- Arrêté du 14 janvier 2016 portant sur la modification de l'arrêté de création du groupe régional d'expertise « nitrates » pour la région Bretagne.*
- Association Française pour l'Étude des Sols (2014). *Vous avez dit SOL ?* Repéré sur le site de Association Française pour l'Étude des Sols, section Ressources, Autres ressources, Définition du sol : http://afes.fr/afes/docs/AFES_d%C3%A9finition_SOL.pdf
- Bockstaller C., Cariolle M., Galan M-B., Guichard L., Leclercq C., Morin A. et Surleau-Chambenoit C. (2013). Evaluation agri-environnementale et choix des indicateurs : acquis, enjeux et pistes. *Innovations Agronomiques*, 31, 1-14.

- Borgers, N., Warin, A., Vandenberghe, C., Marcoen, J.M. (2006). *Possibilité d'utilisation de la Carte Numérique des Sols de Wallonie pour l'évaluation de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale*. Gembloux, Belgique : Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux.
- BRGM (s. d.). Visualiseur InfoTerre. Repéré sur le site d'InfoTerre, section Visualiseurs, InfoTerre version standard : <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>
- Cam, C., Froger, D., Moulin, J., Rassineux, J. et Servant, J. (1996). Représentation cartographique de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale. *Étude et Gestion des Sols*, 3(2), 97-112.
- Cantelaube, P., Carles, M. (2014). Le registre parcellaire graphique : des données géographiques pour décrire la couverture du sol agricole. *Le Cahier des Techniques de l'INRA*, Spécial (GéoExpé), 58-64.
- Cattin, G., Guichard, L., Jannot, P., Justes, E., Laurent, F. et Machet, J.-M. (2002). *Lessivage des nitrates en systèmes de cultures annuelles. Diagnostic du risque et proposition de gestion de l'interculture*. Repéré sur le site internet du Comité Français d'Étude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée (COMIFER), section Publications, Brochures : http://www.unifa.fr/fichiers/actu/brochure_interculture_comifer.pdf
- CEVA, 2010. Connaissances scientifiques. Repéré sur le site du CEVA, section Marées vertes : <http://www.ceva.fr/fre/MAREES-VERTES/Connaissances-Scientifiques>
- Charre, J. (1997). Dessine-moi un climat. Que penser du diagramme ombrothermique. *Mappemonde*, 2(97), 29-31.
- CIVAM Bretagne (2010). *Pourquoi-comment réduire les risques « azote » liés au retournement des prairies ? Synthèse bibliographique réalisée en 2010*. Repéré à : <http://www.civam-bretagne.org/imgbd/File/Agriculture%20durable/syntheseretournement.pdf>
- CLE RFBB (2013). *Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de la Rance, du Frémur et de la baie de Beausseis*. France.
- CLE RFBB (2015). *SAGE ' Alors ? 2014 - Le tableau de bord de l'Eau dans le périmètre du SAGE Rance Frémur baie de Beausseis*. France.
- Code de l'environnement*.
- Comité de bassin Loire-Bretagne (2016). *Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021 Bassin Loire-Bretagne*. France.
- Comités de développement du Finistère (2015). Flash info n°08. Repéré sur le site de la Chambre d'agriculture du Finistère, section : Comités de développement, Flash infos en ligne : <http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCODE/00023792?OpenDocument>
- CORPEN (2006). *Des indicateurs AZOTE pour gérer des actions de maîtrise des pollutions à l'échelle de la parcelle, de l'exploitation et du territoire*.
- CRAB (2009). Référentiel Agronomique Régional. Repéré sur le site de la CRAB, section Cultures, Grandes cultures - Légumes industrie, Référentiel Agronomique Bretagne : <http://www.bretagne.synagri.com/synagri/referentiel-agronomique-bretagne>
- CRAB (2015). *Outil de référence pour la réalisation du Plan prévisionnel de fumure azote*. Repéré sur le site de la CRAB, section Cultures, Grandes cultures - Légumes industrie, Outils pratiques Grandes Cultures, Plan de fumure prévisionnel cahier de fertilisation et registre phytosanitaire : [http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/46b50bbadf2cf901c1256c2f0041b9a7/2894fd634e2c8341c1257c43002bf082/\\$FILE/R%C3%A9f%C3%A9rentiel%20PPF.pdf](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/46b50bbadf2cf901c1256c2f0041b9a7/2894fd634e2c8341c1257c43002bf082/$FILE/R%C3%A9f%C3%A9rentiel%20PPF.pdf)
- CRAB et INRA (2012). Lessivage des nitrates. Repéré sur le site de Territ'eau, section Boîte à outils, Références agronomiques : https://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_Eau/BOITE_A_OUTILS/lessivage_des_nitrates.asp

- CRAB et INRA (2015). La Bretagne en couleur... Repéré sur le site de Territ'eau, section Boîte à outils, Cartes régionales : https://agro-transfert-bretagne.univ-rennes1.fr/Territ_Eau/BOITE_A_OUTILS/Animations/cartes_regionales.asp
- CSEB (2005a). *Fiche A : Processus hydrologiques dans les bassins versants*. Repéré sur le site du CSEB, section Fiches-outils, Fonctionnement des bassins versants - Suivi de la qualité de l'eau : <http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/fiches-outils/fonctionnement-des-bassins-versants-suivi-de-la-qualite-de-l-eau.html>
- CSEB (2005b). *Fiche B : Rôle, formes et transferts d'éléments intervenant dans la qualité des eaux*. Repéré sur le site du CSEB, section Fiches-outils, Fonctionnement des bassins versants - Suivi de la qualité de l'eau : <http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/fiches-outils/fonctionnement-des-bassins-versants-suivi-de-la-qualite-de-l-eau.html>
- CSEB (2005c). *Fiche C : Temps de réponse des bassins versants*. Repéré sur le site du CSEB, section Fiches-outils, Fonctionnement des bassins versants - Suivi de la qualité de l'eau : <http://www.cseb-bretagne.fr/index.php/fiches-outils/fonctionnement-des-bassins-versants-suivi-de-la-qualite-de-l-eau.html>
- Decoopman, B. (2014). Les reliquats d'azote dans le sol. *Terra - Terragricoles de Bretagne*, 410, 30-31.
- Direction de l'information légale et administrative (2013). Quels sont les différents textes juridiques communautaires ? Repéré sur le site de Vie publique, section Repères, Découverte des institutions, Qu'est-ce que l'Union européenne ?, Les moyens d'action de l'Union européenne : <http://www.vie-publique.fr/decouverte-institutions/union-europeenne/action/textes-juridiques/>
- Directive 75/440/CEE du 16 juin 1975, concernant la qualité requise des eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire dans les États membres* (Journal officiel n° L 194 du 25/07/1975).
- Directive 80/778/CEE du 15 juillet 1980, relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine* (Journal officiel n° L 229 du 30/08/1980).
- Directive 91/676/CEE du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution des nitrates à partir des sources agricoles* (Journal officiel n° L 375 du 31/12/1991).
- Directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau* (Journal officiel n° L 327 du 22/12/2000).
- Directive 2006/118/CE sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration* (Journal officiel n° L 372/19 du 27/12/2006).
- Directive 2008/105/CE du 16 décembre 2008 établissant des normes de qualité environnementale dans le domaine de l'eau, modifiant et abrogeant les directives du Conseil 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE et modifiant la directive 2000/60/CE*
- DRAAF de Bretagne (2012). Données de cadrage 2010 et pratiques agricoles en 2004 et 2011 : approche par bassins versants GP5. Repéré sur le site de la DRAAF de Bretagne, section Données, Statistique agricole, Publications par source, Environnement, Bassins versants BEP et GP5 : http://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/Donnees-de-cadrage-2010-et?id_rubrique=263
- DRAAF de Bretagne (2015a). *Analyses de reliquats d'azote. Rapport de synthèse sur les quatre premières années de mise en oeuvre : 2010 à 2013*. Rennes, France : Media Graphic.
- DRAAF de Bretagne (2015b). *Mémento de la statistique agricole. Édition 2015*. Rennes, France : Média Graphic.
- DRAAF de Bretagne (2015c). *Arrêté du 26 juin 2015 établissant le référentiel régional de mise en oeuvre de l'équilibre de la fertilisation azotée en Bretagne*. Repéré sur le site de la DRAAF de Bretagne, section Production & Filières, Environnement et climat, Directives Nitrates, Équilibre de la fertilisation : <http://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/Arrete-du-26-juin-2015-etablissant>

- DRAAF de Bretagne (2016). Résultats de la campagne 2013-2014 de la déclaration des flux d'azote. Repéré sur le site de la DRAAF de Bretagne, section Production & Filières, Environnement et climat, Directives Nitrates, Déclaration des flux d'azote : <http://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/Resultats-de-la-campagne-2013-2014>
- DREAL Bretagne (2014). *Plaquette générale de présentation des mesures du 5ème Programme d'Action*. Repéré sur le site de la DREAL Bretagne, section Nature, paysages, eau et biodiversité, Eau, Cinquième Programme d'Action Régional Directive Nitrates : http://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Plaquette_generale_de_presentation_des_mesures_du_5eme_Programme_d_Actions_cle5196eb.pdf
- DREAL Bretagne (2015). Zones d'Actions Renforcées du 5ème programme d'action "Directive Nitrates" en Bretagne [fichier d'ordinateur]. Repéré à : <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/zones-dactions-renforcees-du-5eme-programme-daction-directive-nitrates-en-bretagne/>
- Eliard, J.-L. (1979). *Manuel d'agriculture générale; bases de la production végétale* (5^{ème} éd.). Paris, France : Baillière.
- Gascuel-Oudou, C., Mérot, P. (1986). Variabilité du transfert de l'eau dans le sol : utilisation du traçage et analyse géostatistique. *Journal of Hydrology*, 89, 93-107.
- Gascuel-Oudou, C., Guet, S., Merot, P., Tico, S. et Troccaz, O (2013). Approches territoriales autour de l'eau pour réfléchir le paysage et mobiliser des changements de pratiques et systèmes agricoles : l'exemple de Territ'eau. *Innovations Agronomiques*, 31, 159-168.
- Girardin, P., Guichard, L., Bockstaller, C. (2005). *Indicateurs et tableaux de bord. Guide Pratique pour l'évaluation environnementale*. Paris, France : Éditions TEC & DOC.
- Guézengar, A., Lambert, Y., Beff, L., Morvan, T. (2016). Les reliquats « entrée » : variabilité et prédiction. Dans Chambres d'agriculture de Bretagne et INRA – Agrocampus Ouest, *Actes du colloque. Journée de synthèse scientifique du réseau Mh*, 23 février 2016.
- INSEE (s. d.). Définitions. Repéré sur le site de l'INSEE, section Définitions, méthodes et qualité, Définitions : <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/liste-definitions.htm>
- Labat, D. (s. d.). Registre Parcellaire Graphique (RPG). Repéré sur le site internet du Centre de ressources Trame verte et bleue, section Outils et méthodes, Données mobilisables : <http://www.trameverteetbleue.fr/registre-parcellaire-graphique-rpg>
- Lambert, Y., Morvan, T. et Beff, L. (2016). Les bilans mesurés et leurs composantes. Dans Chambres d'agriculture de Bretagne et INRA – Agrocampus Ouest, *Actes du colloque. Journée de synthèse scientifique du réseau Mh*, 23 février 2016.
- Larousse (s. d.). Dictionnaires de français. <http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais>
- Leclercq, C., Attoumani-Ronceux, A., Bockstaller, C. et Galan, M.B. (2011). Usages des méthodes d'évaluation environnementale. Dans Sciences pour l'action et le développement (dir.), *Écologisation des politiques publiques et des pratiques agricoles*. Repéré à : <http://prodinra.inra.fr/record/292954>
- Loi n°64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution* (Journal officiel du 18 décembre 1964).
- Loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau* (Journal officiel du 4 janvier 1992).
- Loi n°2004-338 du 21 avril 2004 portant transposition de la directive 2000/60/ CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau* (Journal officiel du 22 avril 2004).
- MAAF (2009a). Glossaire. Repéré sur le site internet de l'Agreste, section Définitions, Glossaire : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/definitions/glossaire/>

- MAAF (2009b). Présentation : recensement agricole 2010. Repéré sur le site de l'Agreste, section Enquêtes, Structure des exploitations - recensements, Recensement agricole 2010, Présentation : <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/recensement-agricole-2010/presentation/>
- MAAF (2010). *Recensement agricole 2010 - Dossier de presse*.
- Mazoyer, M., Aubineau, M., Bougler, J., Ney, B. et Roger-Estrade, J. (2002). *Larousse agricole : le monde paysan au XXI^e siècle* (4^e éd.). Larousse.
- MEDDE et MAAF (2013). *Protection d'aire d'alimentation de captage en eau potable contre les pollutions liées à l'utilisation de fertilisants et de pesticides*. Repéré sur le site du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, section Eau et Biodiversité, Eaux et milieux aquatiques, La gestion de l'eau en France, Guide méthodologique : Protection d'aire d'alimentation de captage en eau potable : http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_methodologique_Protection_d_aire_d_alimentation_de_captage_en_eau_potable-2.pdf
- MEDDE (2015). Glossaire. Repéré sur le site d'Hydro-Eaufrance, section Glossaire : <http://www.hydro.eaufrance.fr/glossaire.php>
- Météo-France (s. d.a). Le climat en métropole. Repéré sur le site de Météo-France, section Le climat, Le climat en France : <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climat-en-france/le-climat-en-metropole>
- Météo-France (s. d.b). Données climatiques de la station de Rennes. Repéré sur le site de Météo-France, section Climat, Climat Métropole, Bretagne : <http://www.meteofrance.com/climat/france/rennes/35281001/normales>
- Météo-France (s. d.c). Données climatiques de la station de Dinard. Repéré sur le site de Météo-France, section Climat, Climat Métropole, Bretagne : <http://www.meteofrance.com/climat/france/dinard/35228001/normales>
- Météo-France (s. d.d). Données climatiques de la station de Saint-Brieuc. Repéré sur le site de Météo-France, section Climat, Climat Métropole, Bretagne : <http://www.meteofrance.com/climat/france/saint-brieuc/22372001/normales>
- Montpellier Supagro (s. d.a). Histoire de la PAC. Repéré sur le site de la CAPeye, section Tout sur la PAC : <https://www.supagro.fr/capeye/histoire-de-la-pac/>
- Montpellier Supagro (s. d.b). La PAC 2014-2020. Repéré sur le site de la CAPeye, section Tout sur la PAC : <https://www.supagro.fr/capeye/reforme-de-la-pac/>
- Moreau, P. (2014). *Fuites d'azote - pratiques agricoles et structures de paysage [Fiches de synthèse]*. Repéré sur le site du Centre de Ressources et d'Expertise Scientifique sur l'Eau de Bretagne, section Questions - réponses, Les travaux du Creseb en cours, Limiter les fuites d'azote, Fuite d'azote - Liste des fiches de synthèse : http://www.creseb.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=371:fuite-dazote-liste-des-fiches-de-synthese&catid=117:q2-flux-dazote&Itemid=200079
- Musy, A. (2005). Cours "Hydrologie générale". Chapitre 5 : L'infiltration et les écoulements. Repéré sur le site du Laboratoire d'Hydrologie et Aménagements, Institut des Sciences et Technologies de l'Environnement, Ecole Polytechnique Fédérale, section Chapitres, Chapitre 5 : <http://echo2.epfl.ch/e-drologie/chapitres/chapitre5/chapitre5.html>
- OIEau (2015). Les directives européennes. Repéré sur le site de l'Office International de l'Eau, section : Organisation de l'Eau, Règlementation - Principales, Les directives européennes : <http://www.oieau.fr/oieau/organisation-de-l-eau/reglementation-principales/les-directives-europeennes/article/la-reglementation-europeenne>
- OIEau et ONEMA (2016a). Glossaire. Repéré sur le site du Glossaire sur l'eau d'Eaufrance : <http://www.glossaire.eaufrance.fr/concept/masse-d'eau>

- OIEau et ONEMA (2016b). Règles d'évaluation de l'état des masses d'eau. Repéré sur le site d'Eaufrance, section S'informer, Observer et évaluer, État des milieux : <http://www.eaufrance.fr/observer-et-evaluer/etat-des-milieux/regles-d-evaluation-de-l-etat-des/>
- OIEau et ONEMA (2016c). Qu'est-ce qu'un SDAGE ?. Repéré sur le site de Gest'eau, section SDAGE : <http://www.gesteau.eaufrance.fr/presentation/sdage>
- OIEau et ONEMA (2016d). Quels sont les autres outils existants ? Repéré sur le site d'Eaufrance : <http://www.gesteau.eaufrance.fr/autres-outils>
- ONEMA (s. d.). Directive Nitrates. Repéré sur le site d'Eaufrance, section Gestion et politique de l'Eau, Rapportage, Directive Nitrates : <http://www.rapportage.eaufrance.fr/directive-nitrates>
- ONEMA (s. d.). La Directive Cadre sur l'Eau. Repéré sur le site d'Eaufrance, section S'informer, La politique publique de l'eau, La directive cadre sur l'eau : <http://www.eaufrance.fr/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-directive-cadre-sur-l-eau>
- ONEMA (s. d.c). Les missions de l'ONEMA. Repéré sur le site de l'ONEMA, section Missions : <http://www.onema.fr/-Missions->
- ONEMA (s. d.d). La loi sur l'eau et les milieux aquatiques. Repéré sur le site d'Eaufrance, section S'informer, La politique publique de l'eau, La loi sur l'eau et les milieux aquatiques : <http://www.eaufrance.fr/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-loi-sur-l-eau-et-les-milieux>
- Peyraud, J.L., Cellier, P., Aarts, F., Béline, F., Bockstaller, C., Bourblanc, ... Veysset, P. (2012). *Les flux d'azote liés aux élevages, réduire les pertes, rétablir les équilibres*. Expertise scientifique collective, rapport, INRA. France.
- Simon, J. C. (1999). La pollution nitrique des eaux. Dans Grosclaude, G. (dir.), *L'eau: Tome 2 : usages et polluants* (p. 95-115). Paris : INRA éditions.
- SMP SAGE RFBB (s. d.a). Le périmètre du SAGE. Repéré sur le site du SAGE RFBB, section Le bassin versant du SAGE, Périmètre : <http://www.sagerancefremur.com/le-bassin-versant/perimetre.html>
- SMP SAGE RFBB (s. d.b). Les territoires de l'eau. Repéré sur le site du SAGE RFBB, section Le bassin versant du SAGE, Les territoires de l'eau : <http://www.sagerancefremur.com/le-bassin-versant/les-territoires-de-l-eau.html>
- Syndicat du bassin versant du Linon (2013). *Étude préalable à l'élaboration d'un programme d'action de restauration et de gestion des zones humides sur le bassin versant de la rivière du Linon*. Document interne.
- Union européenne (2010). *La directive « Nitrates de l'UE »*. Repéré sur le site de la Commission européenne, section News & outreach, Publications, Information sheets and fact sheets on DG Environment policy areas, The EU Nitrates Directive : www.ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/nitrates/fr.pdf
- Union européenne (2016). La PAC en bref. Repéré sur le site de la Commission européenne, section Politiques, informations et services en un coup d'œil, Alimentation – Agriculture, Farmisng, Common agricultural policy (CAP), La PAC, Aperçu : http://ec.europa.eu/agriculture/cap-overview/index_fr.htm
- Université du Québec à Rimouski (s. d.). Les cycles naturels : le cycle de l'azote. Repéré sur le site Cours virtuel SEME : Surveillance de l'environnement marin et estuarien, section : Contenu du cours virtuel, Connaissances de base, 03 Les apports atmosphériques en milieu marin, Perturbation des grands cycles naturels : http://seme.uqar.ca/menu/cadre_chemin1.htm

BIBLIOGRAPHIE

- Beaujouan, V. (2001). Modélisation des transferts d'eau et d'azote dans les sols et les nappes. Développement d'un modèle conceptuel distribué. Applications à de petits bassins versants agricoles.
- CEVA et Agrocampus Rennes (2006). *Pratiques agricoles, fuites de nitrates et qualité de l'eau dans les bassins versants : Synthèse des références applicables au contexte breton*. France.
- CLE RFBB (2015). *Diagnostic sur le phénomène d'eutrophisation excessive des masses d'eaux artificielles. Le bon potentiel écologique vis-à-vis du phosphore : un objectif atteignable ? Diagnostic et proposition d'actions*. Document interne.
- Lallouette, V., Petit, K., Magnier, J., Michon, J. (2014). Pratiques agricoles et nitrates dans les milieux aquatiques. *Les Synthèses eaufrance*, 11. Repéré à : http://www.eaufrance.fr/IMG/pdf/nitrates_20102011_201412.pdf
- Maurizi, B. et Verrel, J.-L. (2002). Des indicateurs pour les actions de maîtrise des pollutions d'origine agricole. *Ingénieries-EAT*, (30), 3-14.
- Olivier, M. J. (2012). *Chimie de l'environnement* (7^e éd.). Québec, Québec : Les productions Jacques Bernier.
- ONEMA (s. d.). Au niveau européen. Repéré sur le site d'Eaufrance, section : S'informer, Agir et participer, Réglementer : <http://www.eaufrance.fr/agir-et-participer/reglementer/au-niveau-europeen>
- Petit, K. et Michon, J. (2015). L'état des eaux de surface et des eaux souterraines. *Les Synthèses eaufrance*, 12. Repéré à : http://www.eaufrance.fr/IMG/pdf/evaluation_2010-2013_201506.pdf
- Surleau-Chambenoit, C., Morin, A., Galan, M-B., Cariolle, M., Leclercq, C., Guichard, L. et Bockstaller, C. (2013). PLAGE, un réseau d'acteurs et une plate-forme WEB dédiée à l'évaluation agri-environnementale et de la durabilité des pratiques agricoles, des exploitations agricoles et des territoires. *Innovations Agronomiques*, 31, 15-26.
- Zahm, F. (2013). Les indicateurs de performance agro-environnementale dans l'évaluation des Mesures Agro-Environnementale. Synthèse des cadres théoriques et analyse de leur usage en France de 1993 à 2009. *Innovations Agronomiques*, 31, 111-158.

ANNEXE 1 – ORIENTATION DE GESTION N°17 ET DISPOSITION N° 39 DU SAGE RFBB (tiré de : CLE RFBB, 2013)

Orientation de gestion n°17

Les **référentiels agronomiques locaux (RAL)** ont pour objectif général d'apporter des références agronomiques et méthodologiques, aux agriculteurs et aux techniciens, destinées à alimenter les modèles de raisonnement qui sont à la base de la réalisation du plan de fumure prévisionnel et qui visent l'optimisation environnementale et économique de la fertilisation.

Localement, chaque bassin versant breton présente des spécificités, tant du point de vue des contextes pédoclimatiques que de la typologie des exploitations (quantité et type d'azote organique à gérer, rotations les plus fréquentes, ...). Ainsi, un référentiel agronomique local (RAL) est élaboré pour le territoire du bassin versant Rance Frémur Baie de Beussais, dans le cadre des contrats territoriaux, puis diffusés auprès des agriculteurs et de leurs différents prescripteurs. Ce RAL est utilisé afin d'ajuster au mieux la fertilisation des cultures. Il sera régulièrement mis à jour.

Disposition n°39 : Connaître et suivre la pression azotée et les pratiques agricoles à l'échelle des sous-bassins versants

La réduction de la pollution par les nitrates représente un enjeu essentiel. Elle est requise pour atteindre les objectifs de qualité liés à la directive cadre sur l'eau et aux objectifs du présent SAGE.

Le suivi des programmes d'action sur le territoire du SAGE doit permettre d'évaluer l'efficacité des actions de réduction des pollutions des eaux par les nitrates. Pour cela, il est nécessaire de suivre, outre la qualité des eaux superficielles et souterraines, l'évolution des pratiques agricoles.

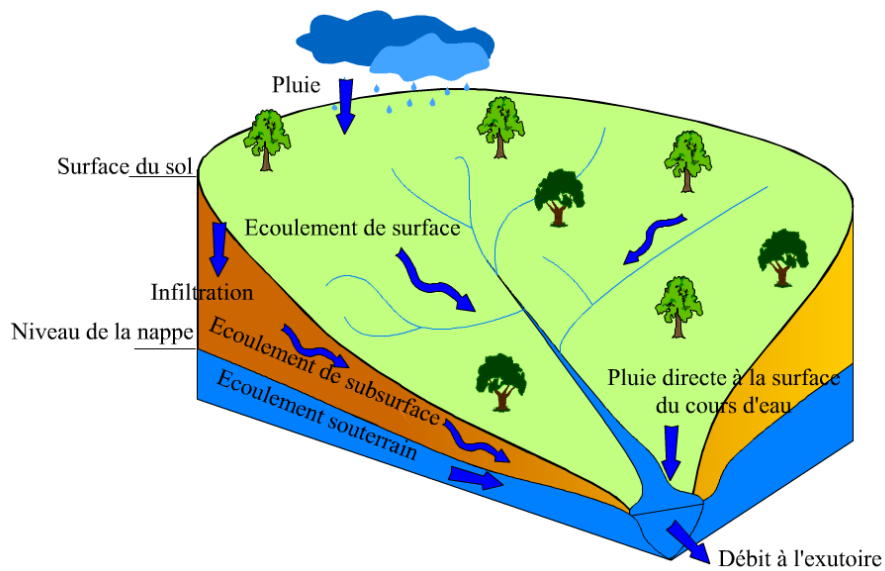
Pour ce faire, la commission locale de l'eau élabore des indicateurs pour évaluer l'impact des pratiques de fertilisation azotée et de gestion des terres sur les fuites de nitrates vers les eaux.

Ces indicateurs sont renseignés annuellement sur le périmètre du SAGE.

Ce suivi annuel comprend notamment, sur un ensemble de parcelles représentatives des sous-bassins versants du territoire Rance Frémur Baie de Beussais, une mesure du reliquat d'azote minéral dans le sol réalisée à l'entrée de la période de percolation et une seconde mesure du reliquat d'azote minéral dans le sol réalisée à la sortie de la période de drainage. Ces données sont une base de travail et d'échange, à vocation pédagogique, pour suivre les pressions et les risques de fuite.

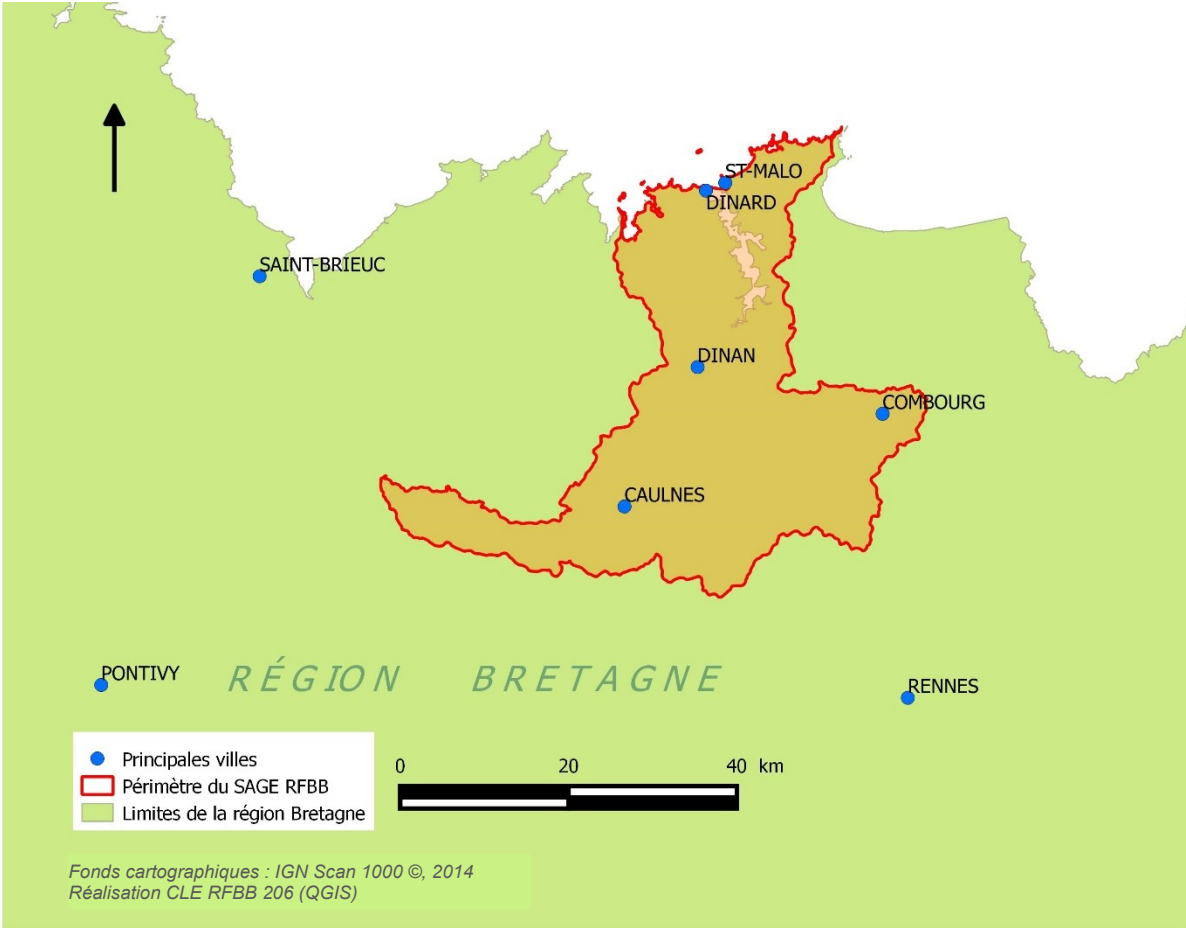
ANNEXE 2 – PARCOURS DES NITRATES

Les nitrates sont très solubles, ce qui leur permet d'être directement assimilables par les plantes. Le parcours qu'ils effectuent correspond à celui de l'eau. Deux mécanismes principaux sont en jeu concernant la sortie des nitrates des sols agricoles : la lixiviation et le ruissellement. Le mécanisme majeur de sortie des nitrates des sols est la lixiviation, c'est-à-dire qu'ils sont entraînés par l'eau qui s'infiltré dans le sol; certains parlent aussi de lessivage des nitrates. Des phénomènes de ruissellement peuvent également entraîner les nitrates vers les cours d'eau mais ils concernent surtout le phosphore et très peu les nitrates en Bretagne. Les conditions suivantes doivent être réunies pour que le mécanisme de lixiviation ait lieu : la présence de nitrates dans le sol et l'existence d'un drainage (Simon, 1999). (CSEB 2005a)

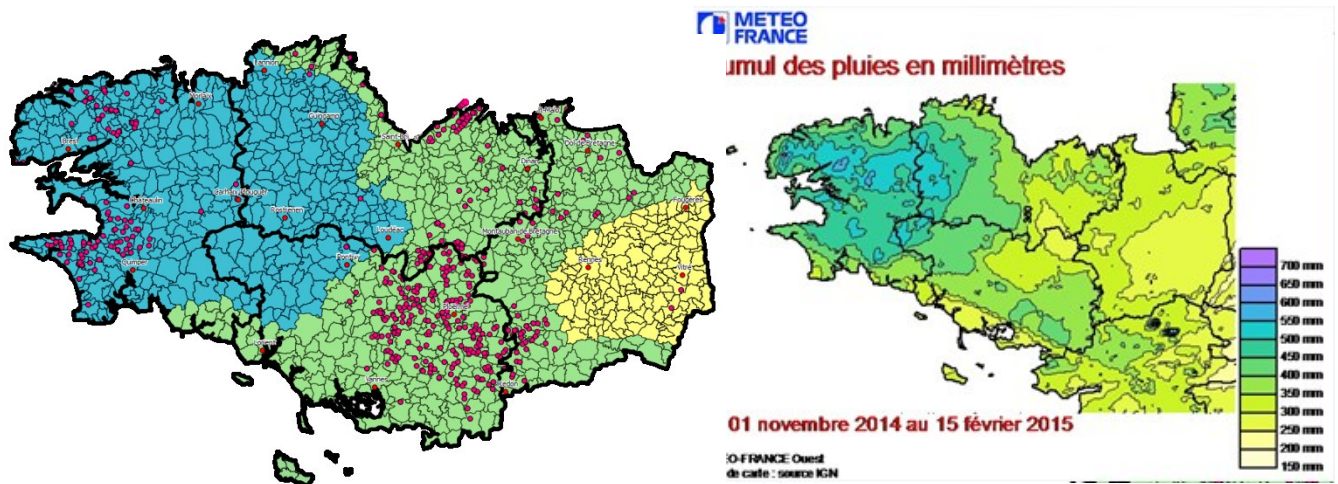


Processus d'écoulements et d'infiltration de l'eau vers les cours d'eau (tiré de : Musy, 2005)

ANNEXE 3 – CARTE DU PÉRIMÈTRE DU SAGE RFBB



ANNEXE 4 – RÉSULTATS DU RÉSEAU RSH 2015 (tiré de : Guézengar, Lambert, Beff, Morvan, 2016)



- Zonage 2015
 - 3 zones climatiques fonction du cumul pluviométrique :
 - ✓ plus de 400 mm (A)
 - ✓ de 300 à 400 mm (B)
 - ✓ moins de 300 mm (C)
- 400 mesures des bassins versants et 60 mesures des Chambres d'agriculture de Bretagne vérifient les résultats des simulations
(Emplacement des parcelles)

Caractéristiques pédoclimatiques

« Potentiel de minéralisation » : historique cultural

source chambre d'agriculture de Bretagne

			Zone A		Zone B ¹		Zone C	
			Sol profond	Sol peu profond	Sol profond ²	Sol peu profond	Sol profond	Sol peu profond
Rotation avec prairie pâturée	Prairie pâturée de plus de 4 ans détruite au printemps 2014		40	25	50	30	70	40
	Autre		25	15	35	20	45	25
Rotation type grandes cultures	³ Précédent avec peu ou pas de résidus (céréales, maïs...)	Apports organiques faibles ⁴	15	10	20	10	25	15
		Apports organiques modérés	20	10	25	10	35	20
		Apports organiques forts	25	15	35	20	45	30
	Précédent avec résidus de culture assez riches en azote (haricot ou pois, colza, féverole, betterave, pomme de terre, prairie fauchée...)	Apports organiques faibles	20	10	30	15	35	15
		Apports organiques modérés	25	15	35	20	45	25
		Apports organiques forts	30	20	40	25	55	30
Rotation type légumes frais ou industrie	Précédent avec résidus de cultures abondants et/ou riches en azote (choux, brocoli...)	Apports organiques faibles	25	15	35	20	40	25
		Apports organiques modérés	30	20	45	30	55	30
		Apports organiques forts	40	25	55	30	65	35
	Autre précédent (haricots, épinard, artichaut, échalottes et drageons...)	Apports organiques faibles	20	10	30	15	30	15
		Apports organiques modérés	25	15	35	20	45	25
		Apports organiques forts	30	20	40	25	55	30

ANNEXE 5 – CARTES GÉOLOGIQUE ET PÉDOLOGIQUE

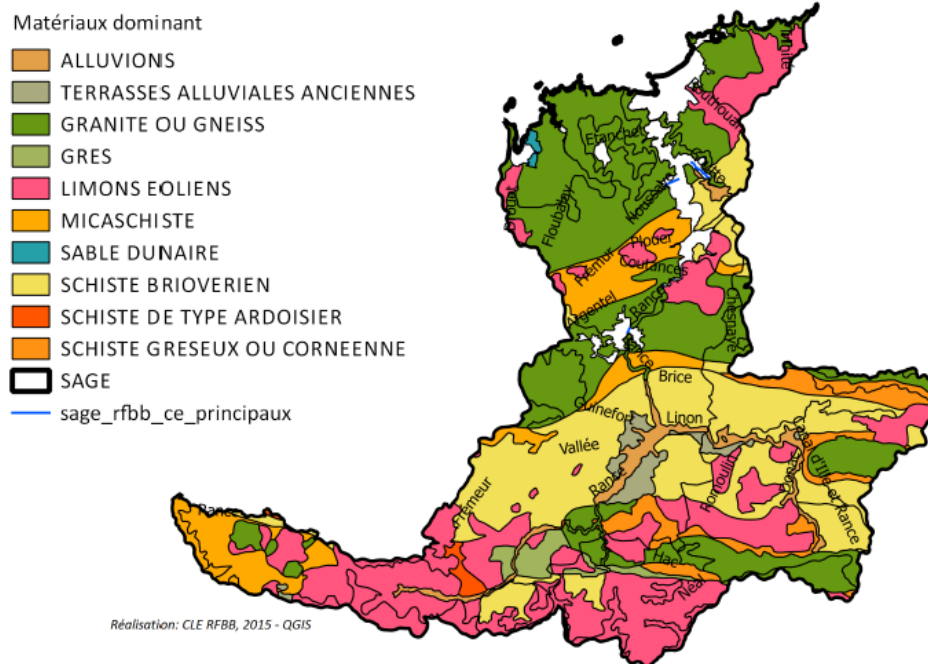


Figure A Propriétés géologiques dans le périmètre du SAGE RFBF (tiré de : CLE RFBF, 2015; Agrocampus Ouest, 2012b)

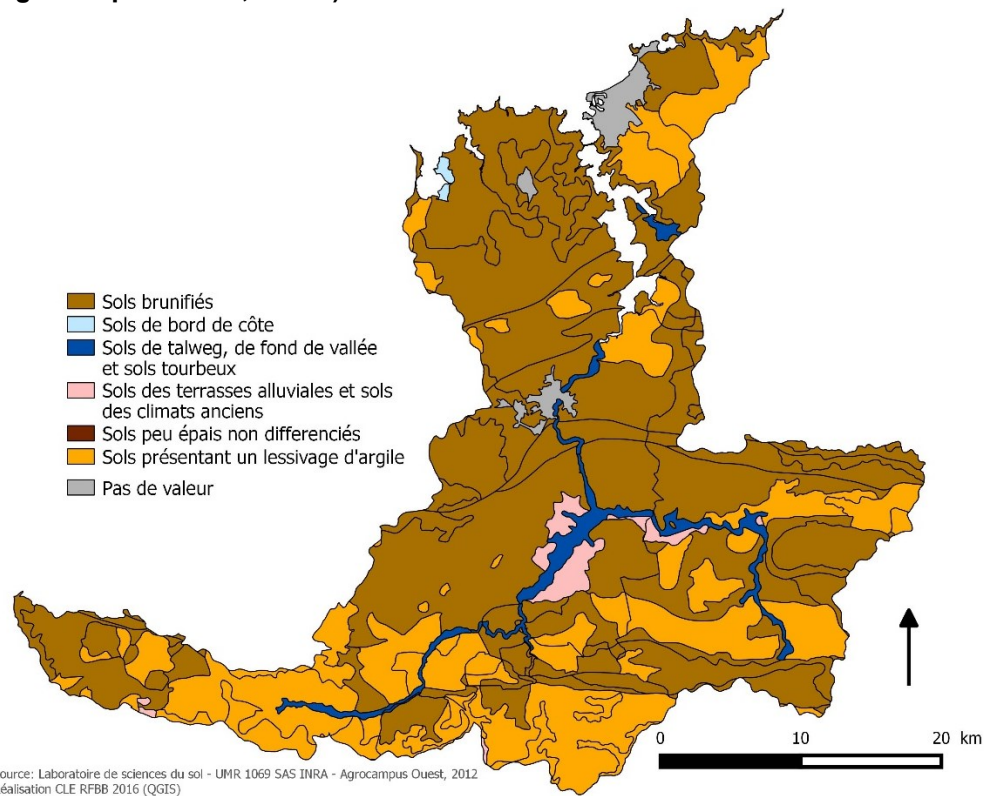


Figure B Propriétés pédologiques dans le périmètre du SAGE RFBF (Agrocampus Ouest, 2012b)

ANNEXE 6 – AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES MÉTHODES DE COLLECTE DE DONNÉES EN AGRICULTURE

Les informations contenues dans ce tableau proviennent essentiellement des échanges oraux au sein de la CLE du SAGE Rance Frémur baie de Beaussais et lors des entretiens menés auprès des partenaires de la CLE. Les autres sources sont retrouvées dans le corps de texte de l'essai.

Intitulé	Auteur	Date	Commentaires
Recensement agricole	MAAF	2000	Avantages : exhaustivité des exploitations recensées Inconvénients : nécessité de traiter l'information pour l'avoir à l'échelle du bassin versant
Recensement agricole	MAAF	2010	Avantages : exhaustivité des exploitations recensées Inconvénients : nécessité de traiter l'information pour l'avoir à l'échelle du bassin versant
Enquête des pratiques agricoles à l'échelle des bassins versants GP5	MAAF	2011	Avantages : information classée par bassin versant, exhaustivité des indicateurs liés à la fertilisation azotée; disponibilité des résultats avec les anciennes et les nouvelles normes applicables pour la production d'azote d'origine animale Inconvénients : non prise en compte les cultures légumières
Enquête des pratiques agricoles à l'échelle des bassins versants Bretagne Eau Pure	MAAF	2004	Avantages : information classée par bassin versant, exhaustivité des indicateurs liés à la fertilisation azotée Inconvénients : non prise en compte les cultures légumières, découpage des bassins versants différents du découpage actuel
Déclaration des flux d'azote	DRAAF de Bretagne	2013-2014	Avantages : information la plus récente; exhaustivité des données renseignement pour les exploitations ayant déclaré leurs surfaces agricoles. Inconvénients : l'information n'est pas disponible pour les autres années étant donné que c'est la première campagne; les données des exploitations n'ayant pas demandé d'aides européennes ne sont pas disponibles.

ANNEXE 7 – SURFACES AGRICOLES DU RPG 2014 (compilé d'après : RPG, donnée interne, 2014)

Bassins versants	Linon		Haute-Rance		Rance aval Faluns		Guinefort		Frémur baie de Beaussais	
	Calculées	Déclarées	Calculées	Déclarées	Calculées	Déclarées	Calculées	Déclarées	Calculées	Déclarées
Surfaces agricoles par groupement cultural (ha)										
Mais grain et ensilage	6 471	5 454	8 203	7 053	6 796	5 507	1 224	1 120	2 140	1 739
Blé tendre	5 095	4 222	5 690	5 104	5 364	4 596	910	819	1 761	1 504
Prairies temporaires	4 799	3 127	6 938	4 254	5 367	3 404	776	516	1 897	1 217
Prairies permanentes	1 694	866	1 805	850	1 441	827	137	96	506	275
Orge	741	585	1 092	824	1 565	1 162	189	174	189	164
Colza	475	420	793	658	663	546	121	111	293	243
Autres céréales	452	312	914	694	409	318	273	232	232	173
Légumes-fleurs	154	124	57	26	1 808	1 623	2	0	16	16
Divers	1 123	81	1 668	123	1 702	124	97	5	376	15
Fourrage	84	48	71	48	105	56	3	3	26	12
Autres gels	252	30	297	57	451	106	13	6	87	7
Protéagineux	20	18	91	68	86	72	50	41	55	44
Vergers	133	12	132	38	230	84	4	3	82	59
Autres cultures industrielles	10	6	3	3	4	2				
Semences	2	2	2	2	2	1				
Estives landes	4	1	11	9	15	6				
Autres oléagineux			7	3	9	9	7	7		
<i>non renseigné</i>					2					
Total	21 509	15 309	27 773	19 812	26 019	18 443	3 807	3 133	7 658	5 468
Surfaces déclarées (%)		71		71		71		82		71
Proportion occupée par les cultures dominantes (%)	76	84	75	83	67	73	76	78	76	82

ANNEXE 8 – DÉTAIL DES GROUPES CULTURAUX DU RPG (tiré de : RPG, donnée interne, 2014)

GROUPE CULTURAL	DENOMINATION
AUTRES CEREALES	Autres céréales Alpiste Avoine Blé dur printemps Épeautre Millet Seigle Sorgho Sarrasin Triticale Blé dur hiver
AUTRES CULTURES INDUSTRIELLES	Chanvre autre Betteraves sucrières Chicorée à inuline Houblon Moutarde Plantes médicinales pérennes Plantes à parfum Tabac Lin autre Plantes aromatiques (autres que vanille) Curcuma Plantes médicinales Géranium Plantes à parfum (autres que géranium et vétiver) Vanille Vanille sous-bois Vétiver
AUTRES GELS	Gel betterave Gel légumineuse Gel vert Jachère (rotation culture)
AUTRES OLEAGINEUX	Autres oléagineux Chanvre oléagineux Lin non textile Soja
BLE TENDRE	Blé tendre hiver Blé tendre printemps
COLZA	Colza hiver Colza printemps
DIVERS	Autres cultures Autres utilisations Bois Culture énergétique Hors culture Sylviculture Usage non agricole Cultures sous abattis
ESTIVES LANDES	Estive Landes parcours boc
FOURRAGE	Fourrages déshydratés Fourrage annuel sarclé

GROUPE CULTURAL	DENOMINATION
LEGUMES-FLEURS	Autres fleurs Fleurs non permanentes Plantes potagères Légumes de pleins champs Oignons Pdt de consommation Pdt féculières Plants de pdt Petit pois Tomates transformés Tubercules tropicaux Horticulture p Horticul s Légumes sous abri Chou-fleur Endive Fraise Légumes industrie Melon Pastèque
MAIS GRAIN ET ENSILAGE	Maïs grain Maïs doux Maïs ensilage
ORGE	Orge hiver Orge de printemps
PRAIRIES PERMANENTES	Prairies naturelles Prairies temporaires +5 ans BOC
PRAIRIES TEMPORAIRES	Prairies temporaires
PROTEAGINEUX	Fèveroles Lupin doux Pois d'hiver Pois de printemps Protéagineux autres Protéagineux fourragers
SEMENCES	Semences de chanvre Semences épeautre Semences lin textile Semences lin oléagineux Maïs semences Semences de riz grains long Semences de riz grain court Semences potagères Semences fourragères
VERGERS	Vergers Cerise bigarreaux industrie Pêches pour transformation Poires pour transformation Prunes d'Ente pour transformation

ANNEXE 9 – RÉFÉRENCES POUR LE CALCUL DES FUITES D'AZOTE INCOMPRESSIBLES SOUS LES ROTATIONS (tiré de : CRAB et INRA, 2012)

Les tableaux A et B présentent les fuites d'azote selon les usages des parcelles et selon le coefficient de lessivage. Ce dernier a été déterminé en fonction de la lame drainante et des propriétés pédologiques.

(JPE : Jours de pâturage équivalent)

Tableau A Fuites d'azote sous les prairies selon le coefficient de lessivage de la zone, le contexte de pousse estivale de l'herbe et la pression au pâturage

Pertes potentielles (kg N/ha/an)	Coefficient de lessivage			
	0,72	0,85	0,91	1
Contexte de pousse estivale : Peu à moyennement poussant (zones sèches et intermédiaires)				
Fauche pure : 0 UGB JPE/ha	5	5	5	5
Pâturage très extensif ou fauche dominante : moins de 300 UGB JPE/ha	11	13	14	15
Entre 300 et 450 UGB JPE/ha	25	30	32	35
Entre 450 et 800 UGB JPE/ha	47	55	59	65
Parcelle "parking" : au-delà de 800 UGB JPE/ha	72	85	91	100
Contexte de pousse estivale : Poussant (zone humide)				
Fauche pure : 0 UGB JPE/ha	5	5	5	5
Pâturage très extensif ou fauche dominante : moins de 300 UGB/JPE/ha	11	13	14	15
Entre 300 et 550 UGB JPE/ha	25	30	32	35
Entre 550 et 900 UGN JPE/ha	47	55	59	65
Parcelle "parking" : Au-delà de 900 UGB JPE/ha	72	85	91	100

Tableau B Fuites d'azote (en kg/ha/an) sous les couples culture-interculture selon le niveau de lame drainante et le type de sol (profondeur et intensité d'hydromorphie)

Niveau de lame drainante	> 400 mm		300-400 mm			200-300 mm		
	sain > 80cm	sain < 80cm moy hydromorphe très hydromorphe	sain > 80cm	sain < 80cm moy hydromorphe	sol très hydromorphe	sain > 80cm	sain < 80cm moy hydromorphe	sol très hydromorphe
Coefficient lessivage	1	1	0,85	0,91	1	0,72	0,85	1
MF-CI z.froide sous couvert	41	41	29	33	41	18	29	41
MF-CI après le 10 oct	66	66	54	58	66	43	54	66

Niveau de lame drainante	> 400 mm		300-400 mm			200-300 mm		
	sain > 80cm	sain < 80cm moy hydromorphe très hydromorphe	sain > 80cm	sain < 80cm moy hydromorphe	sol très hydromorphe	sain > 80cm	sain < 80cm moy hydromorphe	sol très hydromorphe
MF-CI avant le 30 sept	31	31	19	23	31	8	19	31
MF-CI 30 sept-10 oct	51	51	39	43	51	28	39	51
MF/C	71	71	59	63	71	48	59	71
MG-sol nu (cannes broyées)	71	71	59	63	71	48	59	71
MG/C	61	61	49	53	61	38	49	61
C-C	79	79	65	71	79	54	65	79
C-CI courte durée-C	49	49	35	41	49	24	35	49
C-RGA	39	39	25	31	39	14	25	39
C-CO	24	24	10	16	24	5	10	24
C-CI	14	14	5	6	14	5	5	14
CO-RP-C	54	54	41	46	54	30	41	54
CO-CI courte durée-C	54	54	41	46	54	30	41	54
PO-C	104	104	91	96	104	80	91	104
PO-CI courte durée-C	74	74	61	66	74	50	61	74
Pois LI-C	134	134	121	126	134	110	121	134
Pois LI-CI courte durée-C	104	104	91	96	104	80	91	104
Ep-Ha-C	126	130	104	120	130	86	111	128
autre LI-Ha-C	96	100	78	92	100	64	86	98
Ep-Ha-CI tardif	76	80	54	70	80	36	61	78
autre LI-Ha-CI tardif	76	80	58	72	80	44	66	78
Bro-Poir-C	86	89	71	81	89	58	76	88
Bro-Poir-sol nu	96	99	81	91	99	68	86	98
Ep-C	77	83	62	77	82	50	71	80
Ep-sol nu	87	93	72	87	92	60	81	90
PdT-CI	36	65	25	58	65	16	52	63
PdT-C	57	61	53	58	61	49	56	60
PdT-CI courte durée-C	27	31	23	28	31	19	26	30

Référence des cultures C : céréales à paille d'hiver (C), maïs grain (MG), maïs fourrage (MF), colza (CO), protéagineux (PO), pomme de Terre (PdT), légumes industrie (LI) (Ep : épinard; Ha : haricot; Bro : brocoli; Poir : poireau), légumes frais (LF)

Référence des intercultures IC : CIPAN ou RGI (CI), repousses colza (RP)

CI : CIPAN ou RGI

RGI : Ray Grass Italien