

IMPACT DES BOISEMENTS DE PÉRIMÈTRES DE PROTECTION DE CAPTAGES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE



- Mémoire de fin d'études -

Vincent Garaud
17^{ème} promotion
2006 – 2009

Juin 2009



Illustrations de couverture

Photo du captage de Goarem an Abad à Argol, Finistère (Garaud, 2009)

Carte des captages de Kernisy à Plonéis, Finistère (Source : IGN)

Photo d'une plantation de périmètre de protection à Carentoir, Morbihan (Garaud, 2009)

Photo de parcelles agricoles entourant le captage de Kernaeron à Argol, Finistère (Garaud, 2009)

**IMPACT DES BOISEMENTS DE PÉRIMÈTRES DE PROTECTION DE
CAPTAGES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE**

- Mémoire de fin d'études -

Fiche signalétique

F.I.F. – AgroParisTech ENGREF	TRAVAUX D'ÉLÈVES
TITRE : Impact des boisements de périmètres de protection de captages sur la qualité de l'eau potable.	Mots clés : Boisement, captages, eau potable, qualité
AUTEUR(S) : Vincent GARAUD	Promotion : 17^e
Caractéristiques : Nombre de volumes : 2 ; pages : 115 ; Figures : 10 ; Tableaux : 10 ; Cartes : 11 ; Graphiques : 13 ; Photos : 9 ; Bibliographie ; Annexes	

CADRE DU TRAVAIL		
ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT :		
Office national des forêts – Agence de Rennes		
Nom du responsable : Philippe DURAND		
Fonction : Directeur de l'agence de Rennes		
Nom du correspondant ENGREF : Gérard FALCONNET		
<input type="checkbox"/> Tronc Commun <input type="checkbox"/> Option <input type="checkbox"/> Spécialité	<input type="checkbox"/> Stage entreprise <input type="checkbox"/> Stage étranger <input checked="" type="checkbox"/> Stage fin d'études Date de remise : 19 juin 2009	<input type="checkbox"/> Autre
Contrat avec Gref Services Nancy <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non		

SUITE À DONNER (réservé au Service des Études)	
<input type="checkbox"/> Consultable et diffusable <input type="checkbox"/> Confidentiel de façon permanente <input type="checkbox"/> Confidentiel jusqu'au/...../....., puis diffusable	

Résumé

Le boisement des périmètres de protection de captages est aujourd'hui une mesure préconisée dans le cadre de la reconquête de la qualité de l'eau. La forêt semble en effet être un mode d'occupation des sols particulièrement intéressant pour atteindre ou conserver cette qualité. Ce mémoire définit le contexte actuel de la protection de la ressource et s'attache à analyser l'impact réel du boisement sur cette dernière. Plusieurs sites d'études sont ainsi proposés à travers la Bretagne, chacun d'entre eux ayant ses propres caractéristiques. Ceci permet de mettre en avant différents facteurs influant sur la qualité de l'eau et notamment de mesurer l'impact d'un peuplement forestier ainsi que les paramètres qui vont conditionner son efficacité.

Abstract

The afforestation of water catchment protective area is a recommended action to renovate water quality nowadays. Indeed, forest seems to be an interesting land use to obtain or hold this quality. This memorandum defines the current context of resource protection and tries to analyse the afforestation real impact on water. Several study places all around Brittany are thereby considered, each of them having its own attributes. So we are able to enhance different factors affecting water quality and notably to measure forest impact along with the parameters which condition its efficiency.

Remerciements

Cette étude m'a permis de rencontrer de nombreuses personnes à qui j'adresse mes plus sincères remerciements pour leur participation à ce travail ou pour ce qu'ils m'ont apporté durant ces six mois passés à l'agence de Rennes.

Merci tout d'abord à Philippe Durand, sans qui la mise au point de ce stage n'aurait pas été possible, pour son accueil, ses conseils et la mise à disposition des moyens et outils de l'agence.

Merci à Gérard Falconnet pour avoir accepté d'être mon tuteur, pour sa venue à Rennes et pour ses conseils.

Merci à Alain Persuy d'avoir accepté sans hésitation de prendre part à mon jury.

Merci à toutes les personnes présentes à l'agence de Rennes pour leur accueil et les moments passés avec eux.

Merci tout particulièrement à Nicolas Jannault pour son accueil lors de mon arrivée, ses réponses tout au long de mon stage et sa sympathie, à Mickaël Monvoisin pour cette belle soirée d'inventaire, à Ginette Boulevard pour les cartes qu'elle m'a fournies, à Ange Berrest pour sa connaissance de l'agence et à Nadine Gillet pour sa « régularité » administrative.

Merci aussi à tous les personnels ONF que j'ai pu rencontrer pour leur disponibilité et leur sympathie.

Merci à l'ensemble des responsables de collectivités qui m'ont accordé de leur temps au cours de cette expérience pour leur disponibilité, leur écoute et les précieuses informations qu'ils m'ont apportées.

Une pensée particulière envers Daniel Helle, qui a été très réactif lors de mes sollicitations, et François Madec pour sa gentillesse, son accueil et l'excellent moment passé chez lui.

Merci aux personnes de la DDASS qui m'ont fourni les données nécessaires à cette étude mais aussi aux personnels des différentes chambres de l'agriculture, conseils généraux et conseil régional de Bretagne pour leurs réponses et le temps qu'ils m'ont accordé.

Merci à François Charnet, Yves Quete et Alain Berthelot pour leurs éclairages.

Et enfin, merci à Marie-Anne pour ses relectures attentives et ses critiques.

Table des matières et des annexes

REMERCIEMENTS	1
TABLE DES MATIÈRES ET DES ANNEXES	2
TABLE DES FIGURES	6
TABLE DES TABLEAUX	7
TABLE DES GRAPHIQUES	8
TABLE DES CARTES	9
TABLE DES PHOTOS	10
INDEX ALPHABÉTIQUE DES SIGLES	11
INTRODUCTION	13
I. QUALITÉ DE L’EAU	14
1.1. NOTIONS GÉNÉRALES	14
1.1.1. Eaux souterraines et eaux de surface.....	14
1.1.2. Qu’est ce qu’une eau de bonne qualité ?.....	14
1.1.3. Suivi de la qualité de l’eau	15
1.1.4. Pollution diffuse et pollution ponctuelle	15
1.2. LA SITUATION AU NIVEAU NATIONAL ET AU NIVEAU DE LA ZONE D’ÉTUDE	16
1.2.1. Climat et précipitations.....	16
1.2.2. Les eaux souterraines	16
1.2.3. Les eaux superficielles.....	17
1.2.4. Les besoins en eau.....	17
1.2.5. Prix de l’eau	18
1.2.6. L’état des lieux de la ressource.....	18
1.2.7. Le contentieux européen.....	19
1.4. LA POLITIQUE DE RECONQUÊTE DE LA QUALITÉ DE L’EAU	20
1.4.1. La directive cadre sur l’eau (DCE)	20
1.4.2. La directive « nitrates »	20
1.4.3. Le SDAGE et les SAGE.....	20
1.4.4. Le plan national santé environnement (PNSE)	21
1.4.5. Le programme de maîtrise des pollutions d’origine agricole.....	21
1.4.6. Les agences de l’eau	22
1.4.7. Les conseils régionaux.....	22
1.4.8. Le programme Bretagne eau pure (BEP)	22
1.4.9. Les conseils généraux	23

II. LA PROTECTION DES CAPTAGES : CONTEXTE JURIDIQUE ET RÉGLEMENTAIRE.....	24
2.1. HISTORIQUE	24
2.2. CADRE JURIDIQUE POUR LA PROTECTION ET L'EXPLOITATION DES EAUX	25
2.2.1. Le code de l'environnement.....	26
2.2.2. Le code de la santé publique.....	26
2.2.3. Le code minier	26
2.3. LA DÉMARCHE DE MISE EN PLACE DES PÉRIMÈTRES DE PROTECTION	26
2.3.1. Cadre réglementaire et procédure administrative	27
2.3.2. Détermination des périmètres de protection	27
2.3.3. Instauration des périmètres de protection	27
2.3.4. Les aides financières	28
2.3.5. La mise en oeuvre de la protection	28
2.3.6. Le cas des captages à usage domestique	28
2.4. ETUDE SYNTHÉTIQUE DES PRESCRIPTIONS CONTENUES DANS LES ARRÊTÉS DE DUP	28
2.4.1. Prescriptions générales	28
2.4.2. La polémique de la protection contre la pollution diffuse.....	29
2.4.3. Les servitudes à l'intérieur des périmètres de protection de captages.....	29
2.4.4. Le point de vue forestier.....	29
III. ETUDE DE L'IMPACT DES BOISEMENTS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU	31
3.1. PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS	31
3.1.1. La forêt et l'eau, pourquoi boiser ?	31
3.1.2. Comment boiser ?.....	35
3.1.3. Objectifs de l'étude	37
3.2. CHOIX DES SITES D'ÉTUDE ET PROTOCOLE.....	37
3.2.1. Choix des sites d'étude.....	37
3.2.2. Protocole.....	37
3.3. RÉSULTATS ET ANALYSES	38
3.3.1. Commune d'Argol.....	38
3.3.2. Commune de Saint-Jacut-du-Mené	40
3.3.3. Commune de Châteaulin	42
3.3.4. Commune de Mûr de Bretagne	43
3.3.5. Commune de Fougères.....	45
3.3.6. Commune de Querrien	48
3.3.7. Commune de Rennes.....	50
3.3.7. Synthèse	53
3.4. DISCUSSIONS.....	54

3.4.1. Collecte des données	54
3.4.2. Les facteurs influençant la qualité d'une eau	55
IV. RÉFLEXIONS PARALLÈLES	58
4.1. ASPECT ÉCONOMIQUE.....	58
4.1.1. Les méthodes d'évaluation économique de la protection de l'eau par le boisement.....	58
4.1.2. L'acquisition foncière des terrains en PPC	61
4.1.3. L'application des servitudes	61
4.1.4. Quelques méthodes de rémunération du service rendu	63
4.2. LES ASPECTS POLITIQUES	64
4.2.1. Politiques agricoles et reconquête de la qualité de l'eau	64
4.2.2. Politique forestière et gestion de l'eau	65
4.2.3. L'acceptation de la protection par les élus	65
4.2.4. La responsabilité des collectivités	65
4.3. L'ASPECT SOCIAL.....	66
4.3.1. La modification des pratiques	66
4.3.2. La formation initiale et continue	67
4.3.3. La maîtrise foncière.....	67
4.3.4. La fréquentation publique	68
4.4. LE BOISEMENT NATUREL	68
4.4.1. Pourquoi envisager le boisement naturel ?.....	69
4.4.2. Les arguments à l'encontre du boisement naturel	69
4.4.3. Coûts comparés d'une plantation de complément par rapport à une plantation en plein	70
4.5. LE BOIS ÉNERGIE, UNE ALTERNATIVE POSSIBLE ?	71
4.6. OUVERTURE VERS D'AUTRES OBJECTIFS	72
4.6.1. La séquestration du carbone, l'exemple de la commune de Querrien.....	72
4.6.2. Biodiversité et impact paysager.....	72
4.6.3. L'accueil du public.....	72
CONCLUSION	73
BIBLIOGRAPHIE.....	74
LISTE DES CONTACTS.....	81
TABLE DES ANNEXES.....	85
Annexe 1. Procédure administrative de mise en place des périmètres de protection	86
Annexe 2. Détermination des périmètres de protection de captages	87

TABLE DES MATIÈRES ET DES ANNEXES

Annexe 3. Phase d'instauration des périmètres de protection de captages.....	88
Annexe 4. Synoptique de l'ensemble de la procédure de mise en place des périmètres de protection de captages	89
Annexe 5. Prescriptions générales définies pour les périmètres de protection de captages	90
Annexe 6. Description détaillée des captages d'Argol (Finistère)	93
Annexe 7. Description détaillée des captages de Saint-Jacut-du-Mené (Côtes d'Armor).....	97
Annexe 8. Description détaillée des captages de Châteaulin (Finistère).....	99
Annexe 9. Description détaillée des captages de Mûr-de-Bretagne (Côtes d'Armor)	101
Annexe 10. Description détaillée des drains de Fougères (Ille et Vilaine)	106
Annexe 11. Description détaillée des captages de Querrien (Finistère).....	108
Annexe 12. Description détaillée des drains de Rennes (Ille et Vilaine)	112
Annexe 13. Coûts comparés d'une plantation en complément d'accrus naturels et d'une plantation en plein	115

Table des figures

<u>Figure 1.</u> Répartition des prélèvements d'eau en France selon les secteurs d'activité.....	17
<u>Figure 2.</u> Répartition de la consommation d'eau en France selon les secteurs d'activité.....	17
<u>Figure 3.</u> Répartition des aides de l'agence de l'eau Loire-Bretagne par secteur.....	22
<u>Figure 4.</u> Logo de Bretagne eau pure.....	22
<u>Figure 5.</u> Processus de prélèvement des nitrates par une forêt alluviale.....	33
<u>Figure 6.</u> Dénitrification par activité microbienne lors de la période des hautes eaux.....	33
<u>Figure 7.</u> La logique du paiement des services environnementaux.....	59
<u>Figure 8.</u> Synoptique général de la procédure administrative.....	86
<u>Figure 9.</u> Constitution du dossier d'enquête publique.....	87
<u>Figure 10.</u> Phase d'instauration des périmètres de protection.....	88

Table des tableaux

<u>Tableau 1.</u> Résultats du prélèvement du 25/03/97 sur les captages de Châteaulin.....	43
<u>Tableau 2.</u> Synthèse de l'analyse des différents sites étudiés.....	53
<u>Tableau 3.</u> Ébauche d'une table d'estimation du rayon de boisement optimal permettant d'atteindre une certaine qualité d'eau.....	56
<u>Tableau 4.</u> Estimation du risque de dégradation de la qualité de l'eau selon le type d'agriculture.....	57
<u>Tableau 5.</u> Comparaison et complémentarité des choix de la ville de Munich en matière de protection de l'eau.....	60
<u>Tableau 6.</u> Comparaison des différents contrats permettant à une collectivité de contrôler les pratiques agricoles.....	62
<u>Tableau 7.</u> Déroulement de la procédure de mise en place des périmètres de protection des captages d'eau.....	89
<u>Tableau 8.</u> Maîtrise foncière et prescriptions générales définies par le code de la santé publique pour les périmètres de protection des captages d'eau destinée à l'alimentation humaine.....	90
<u>Tableau 9.</u> Itinéraires techniques de travaux sylvicoles pour une plantation en complément d'accrus naturels.....	115
<u>Tableau 10.</u> Itinéraire technique de travaux sylvicoles pour une plantation en plein.....	115

Table des graphiques

<u>Graphique 1.</u> Évolution de la teneur en nitrates des captages de la commune d'Argol (Communauté de communes de Crozon, Finistère).....	39
<u>Graphique 2.</u> Évolution du taux de nitrates dans les eaux des captages du syndicat des eaux de la Hutte (Commune de Saint-Jacut-du-Mené, Côtes d'Armor).....	41
<u>Graphique 3.</u> Évolution de la teneur en pesticides dans les eaux des captages du syndicat des eaux de la Hutte (Commune de Saint-Jacut-du-Mené, Côtes d'Armor).....	42
<u>Graphique 4.</u> Évolution de la teneur en nitrates des eaux des captages de la commune de Mûr-de-Bretagne (Côtes d'Armor).....	44
<u>Graphique 5.</u> Évolution de la teneur en pesticides dans les eaux des captages de la commune de Mûr-de-Bretagne (Côtes d'Armor).....	44
<u>Graphique 6.</u> Évolution de la teneur en phosphore dans les eaux des captages de la commune de Mûr-de-Bretagne (Côtes d'Armor).....	45
<u>Graphique 7.</u> Évolution de la teneur en nitrates des eaux des drains de Fougères (Ille et Vilaine).....	46
<u>Graphique 8.</u> Évolution de la teneur en nitrates des eaux des captages de la commune de Querrien.....	48
<u>Graphique 9.</u> Évolution de la teneur en pesticides des eaux des captages de la commune de Querrien....	49
<u>Graphique 10.</u> Évolution de la teneur en phosphore des eaux des captages de la commune de Querrien..	50
<u>Graphique 11.</u> Évolution de la teneur en nitrates des drains de la ville de Rennes.....	51
<u>Graphique 12.</u> Évolution de la teneur en pesticides des eaux du captage de Carentoir (Morbihan).....	55
<u>Graphique 13.</u> Coûts comparés d'une plantation en complément d'accrus naturels et d'une plantation en plein.....	70

Table des cartes

<u>Carte 1.</u> Protection des captages par département – situation en 2007.....	19
<u>Carte 2.</u> Localisation des élevages PMPOA II dans les zones vulnérables.....	21
<u>Carte 3.</u> Occupation des sols dans la zone des drains de la ville de Rennes.....	113

Fascicule complémentaire

<u>Carte 4.</u> Localisation des sites étudiés.....	2
<u>Carte 5.</u> Localisation des captages de la commune d’Argol (communauté de communes de Crozon) et leurs périmètres de protection.....	3
<u>Carte 6.</u> Localisation des captages du syndicat des eaux de la Hutte et leurs périmètres de protection.....	4
<u>Carte 7.</u> Localisation des captages de Châteaulin et leurs périmètres de protection.....	5
<u>Carte 8.</u> Localisation des captages de Botminy et de Toul Du alimentant la commune de Mûr-de-Bretagne ainsi que leurs périmètres de protection.....	6
<u>Carte 9.</u> Localisation des points de mesure de la qualité de l’eau des drains de la ville de Fougères.....	7
<u>Carte 10.</u> Localisation des captages de la commune de Querrien et leurs périmètres de protection.....	8
<u>Carte 11.</u> Localisation des drains de Rennes I et de leurs périmètres de protection.....	9

Table des photos

Photo 1. Boisement naturel en limite du périmètre de protection immédiate de Botminy.....69

Photo 2. En arrière plan, semenciers de chêne aux abords des parcelles plantées du site de Siloret à Carentoir.....69

Fascicule complémentaire

Photo 3. Localisation des captages de la commune d'Argol (communauté de communes de Crozon) et leurs périmètres de protection.....3

Photo 4. Localisation des captages du syndicat des eaux de la Hutte et leurs périmètres de protection.....4

Photo 5. Localisation des captages de Châteaulin et leurs périmètres de protection.....5

Photo 6. Localisation des captages de Botminy et de Toul Du alimentant la Commune de Mûr de Bretagne, ainsi que leurs périmètres de protection.....6

Photo 7. Localisation des drains de la ville de Fougères.....7

Photo 8. Localisation des captages de la commune de Querrien et leurs périmètres de protection.....8

Photo 9. Localisation des drains de Rennes I et de leurs périmètres de protection.....10

Index alphabétique des sigles

ADES : Accès aux données sur les eaux souterraines
AEP : Adduction d'eau potable
BDMAP : Banque de données milieux aquatiques et poissons
BEP : Bretagne eau pure
BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières
BSS-ES : Banque du sous-sol et des eaux souterraines
CFT : Charte forestière de territoire
CG : Conseil général
CNASEA : Centre national pour l'aménagement des structures des exploitations agricoles
CODERST : Conseil départemental de l'environnement, des risques sanitaires et technologiques
CR : Conseil régional
DCE : Directive cadre sur l'eau
DDASS : Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
DDEA : Direction départementale de l'équipement et de l'agriculture
Dom : Département d'outre-mer
DRIRE : Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
DUP : Déclaration d'utilité publique
EDF : Électricité de France
EPCA : Établissement public à caractère administratif
FFN : Fonds forestier national
HT : Hors taxes
IBD : Indice biologique diatomées
ICPE : Installation classée pour la protection de l'environnement
IDF : Institut pour le développement forestier
IFEN : Institut français de l'environnement
INRA : Institut national de la recherche agronomique
LIFE : L'instrument financier pour l'environnement
MAE : Mesure agri-environnementale
MEA : Masse d'eau artificielle
MEFM : Masse d'eau fortement modifiée
MISE : Mission inter services de l'eau
NIE : Nappe intensément exploitée
NRCS : Natural resource conservation service
ONEMA : Office national de l'eau et des milieux aquatiques
ONF : Office national des forêts
ONQES : Observatoire national de la qualité de eaux souterraines
ORF : Orientation régionale forestière
PAC : Politique agricole commune
PAD : Projet agricole départemental
PIREN : Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement
PLU : Plan local d'urbanisme
PMPOA : Programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole
PNSE : Plan national santé environnement
PPC : périmètre de protection de captage
RDR : Règlement de développement rural
RGIE : Règlement général des industries extractives
RNDE : Réseau national des données sur l'eau
SAFER : Société d'aménagement foncier et d'établissement rural
SDAGE : Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SAGE : Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
SEQ-eau : Système d'évaluation de la qualité des eaux
SEQ- eaux souterraines : Système d'évaluation de la qualité des eaux souterraines

INDEX ALPHABÉTIQUE DES SIGLES

SIE : Système d'information sur l'eau
SMG : Syndicat mixte de gestion des eaux
TCR : Taillis à courte rotation
TTCR : Taillis à très courte rotation
UDI : Unité de distribution
ZAC : Zone d'action complémentaire
ZES : Zone d'excédent structurel
ZRE : Zone de répartition des eaux

Introduction

La problématique de la qualité de l'eau est une préoccupation mondiale. La prise en compte croissante des pollutions diffuses par les acteurs de l'eau (depuis les années 1990 en France), ajoutée aux phénomènes d'inondations, ont contribué à l'attention portée par l'opinion publique sur la forêt pour tenter de pallier les problèmes de dégradation de la qualité de la ressource (Ferry, 2006). En effet, malgré le développement des mesures agro-environnementales et la promotion de bonnes pratiques agronomiques, la dégradation de cette qualité continue, ce qui est certainement à l'origine de l'intérêt récent porté aux boisements. De par une occupation durable et maîtrisée des terres, une réduction de l'érosion, un rôle épurateur de l'humus et une capacité fixatrice des racines, les peuplements forestiers semblent effectivement être adaptés à la préservation de la qualité des eaux.

Le problème de la dégradation de la qualité de l'eau concerne tout particulièrement la Bretagne, qui est sujette à une très forte problématique agricole. En effet, 56 % du territoire breton sont constitués de terres arables alors que la moyenne nationale se situe à 34 % (Potin, 2008). La majorité des pollutions diffuses affectant la qualité des eaux étant d'origine agricole, l'enjeu est grand pour la Bretagne. La région a d'ailleurs été l'objet de contentieux européens pour une pollution nitratée persistante de sa ressource. Ceci a provoqué une prise de conscience grâce à laquelle des programmes spécifiques comme « Bretagne eau pure » ont été engagés pour tenter de résoudre ces problèmes. Toutes ces raisons font de la Bretagne une région particulièrement intéressante dans le cadre d'une étude concernant la qualité des eaux et c'est pourquoi nous nous y limiterons. En outre, bien que la région ne soit pas fortement forestière (seuls 12 % du territoire sont boisés contre 28 % en moyenne sur la France (Potin, 2008)), le département des Côtes d'Armor est un pionnier dans la protection des captages d'eau et porte une considération toute particulière aux boisements pour répondre à cet objectif (Agence de l'eau, 1999). Dans ce même élan, entre 1996 et 2006, l'Office national des forêts (ONF) recense 20 réalisations de boisements ayant pour vocation une production d'eau « plus pure » rien que pour le Finistère (Aureau, 2008). Enfin, c'est avec l'agence de l'eau du bassin Loire-Bretagne qu'en 1997, l'ONF a établi un cahier des charges pour « le boisement des terres situées en périmètre de protection des captages d'eau potable » (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1997).

La préservation des points de captages, lorsqu'ils sont boisés, entre dans les missions des forestiers de manière générale et plus particulièrement dans celles de l'Office national des forêts. De plus, cette action permet de répondre aux exigences de la norme environnementale ISO 14 001 reposant sur l'amélioration continue des performances environnementales, notamment au niveau de l'eau. Sur l'ensemble de la direction territoriale Centre-Ouest, 148 forêts sont concernées par des servitudes liées à la présence de captages d'eau. L'agence de Rennes totalise à elle seule plus de 60 % de ces forêts. Ceci, en plus du fait de montrer l'importance de l'enjeu concernant la ressource en eau dans la région, met l'accent sur un second point qui est la multitude des prises d'eau. En effet, contrairement à certaines zones où la ressource est localisée dans d'immenses nappes, la Bretagne est constituée de multiples aquifères. Cette caractéristique engendre une grande diversité de contextes.

Aussi, bien que le boisement soit aujourd'hui préconisé par de nombreux acteurs de l'eau pour protéger la ressource, ces prescriptions s'appuient sur des règles de bon sens parfois sans réel fondement scientifique. Il est effectivement difficile de dire si une telle opération est bénéfique par rapport à une activité agricole réglementée. L'étude du réel impact de la forêt sur la qualité de l'eau par rapport à d'autres modes d'occupation des sols constitue donc l'essence de ce mémoire qui tentera de définir les facteurs favorables à la préservation de la ressource. Le contexte réglementaire proposé par les arrêtés préfectoraux de déclaration d'utilité publique sera aussi soumis à un regard critique, particulièrement en ce qui concerne les prescriptions relatives aux activités forestières.

Ce mémoire, en ayant au préalable introduit quelques notions permettant de mieux comprendre la problématique de protection de la ressource, s'attache à définir le contexte réglementaire et juridique actuel concernant la protection des captages d'eau. L'étude de l'impact des boisements de périmètres de protection est ensuite proposée sur plusieurs sites à travers la Bretagne. Pour conclure, des réflexions parallèles sur d'autres aspects inhérents à ce sujet sont présentées.

I. Qualité de l'eau

1.1. Notions générales

Avant d'entrer dans le cœur du sujet, il convient de s'attarder sur quelques notions indispensables à une bonne compréhension de la problématique de la qualité de l'eau.

1.1.1. Eaux souterraines et eaux de surface

Lorsque l'on aborde le sujet de la ressource en eau, il faut avant tout distinguer les eaux souterraines des eaux de surface, dites aussi superficielles. Bien qu'il s'agisse d'une même ressource circulant dans les bassins versants, une importante différence est faite entre les deux quant au mode d'exploitation, au rythme de renouvellement et aux protections dont elles bénéficient.

Les eaux de surface sont dites libres et comprennent les eaux de rivières, fleuves, lacs, étangs et retenues. Quant aux eaux souterraines, les nappes libres, dont la surface peut osciller librement, sont à séparer des nappes captives, qui sont contenues à leur base et à leur sommet par des couches géologiques imperméables. L'eau en mouvement est dénommée sous le terme de « nappe » alors que celui d'« aquifère » désigne la roche réservoir.

1.1.2. Qu'est ce qu'une eau de bonne qualité ?

En France, les exigences de qualité en vigueur actuellement sont fixées par l'arrêté ministériel (ministère de la Santé et des Solidarités) du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine.

Il convient de distinguer deux types d'exigences définies par la réglementation (Davezac et al., 2008):

- les limites de qualité : elles portent sur les paramètres qui sont susceptibles de générer des effets sur la santé humaine (nitrates, pesticides, paramètres microbiologiques...);
- les références de qualité : elles concernent les substances sans incidence directe sur la santé aux teneurs habituellement observées dans l'eau. Toutefois, ces substances peuvent s'avérer désagréables pour le consommateur (eutrophisation, couleur...).

Bien que le paramètre microbiologique, en raison du risque qu'il représente pour la santé humaine, soit une priorité, il ne sera pas retenu dans cette étude. En effet, la conformité d'une eau vis-à-vis de ce paramètre est basée sur l'absence ou la présence de germes fécaux. Ainsi, il n'est pas possible de quantifier sa teneur et un effet des boisements sur ce paramètre serait particulièrement complexe à définir.

Nous nous intéresserons donc en particulier à trois paramètres : nitrates, pesticides et eutrophisation.

Les nitrates

Les nitrates, qui sont essentiels à la croissance des végétaux, sont naturellement présents dans l'environnement car ils proviennent de la décomposition des matières organiques et de la fixation de l'azote atmosphérique. En revanche, la forte contamination des sols et de l'eau observée depuis de nombreuses années est d'origine anthropique. En effet, cette pollution résulte d'apports excessifs liés aux activités humaines. En tête de celles-ci figure la pollution diffuse liée à l'activité agricole (70 %) et, en moindre mesure, les rejets urbains et industriels (Miquel, 2003).

Actuellement, la réglementation fixe la valeur limite à 50 mg/l au robinet du consommateur. Pour ce qui est des eaux brutes, cette même limite est en vigueur pour les eaux superficielles alors que les eaux souterraines ne doivent respecter qu'une teneur maximale de 100 mg/l (Davezac et al., 2008).

Les pesticides

La plupart des pesticides sont des molécules organiques de synthèse dont les propriétés permettent de lutter contre des organismes nuisibles. Ces molécules sont diverses et l'un des problèmes principaux dans la lutte contre celles-ci est l'apparition continue de nouvelles substances.

Au delà de certaines teneurs en pesticides, l'eau brute ne peut pas être utilisée en tant qu'eau potable :

- 2 µg/L pour chaque pesticide ;
- 5 µg/L pour le total des substances mesurées.

Ces limites sont différentes pour les mesures effectuées sur l'eau destinée à la consommation humaine :

- 0,1 µg/L pour chaque pesticide (à l'exception de certains pour lesquels la réglementation est plus stricte) ;
- 0,5 µg/L pour le total des substances mesurées.

L'eutrophisation

L'eutrophisation est la prolifération d'une ou plusieurs espèces végétales, généralement des algues, dans des eaux trop chargées en nutriments. Ce foisonnement végétal est déterminé par mesure de la chlorophylle a¹.

Ce phénomène a pour conséquence un appauvrissement du milieu en oxygène et est donc particulièrement dangereux pour les espèces piscicoles. Il perturbe fortement les activités de loisirs et augmente les coûts de traitement pour la potabilisation. En effet, les végétaux colmatent les filtres des prises d'eau et dégradent les qualités gustatives de l'eau (Piégay et Pinay, 2004).

L'eutrophisation est principalement liée au phosphore issu des rejets domestiques (détergents, lessives), agricoles (engrais) et industriels (industries mécaniques et agroalimentaires).

Enfin, la concentration maximale admissible en phosphore dans les eaux destinées à la consommation humaine est fixée à 5 mg/l.

1.1.3. Suivi de la qualité de l'eau

Le suivi de la qualité de l'eau est réalisé par de nombreux réseaux locaux. Aussi, en raison de la diversité des réseaux, une synthèse au niveau national était difficile à obtenir. Le système d'évaluation de la qualité des eaux (SEQ-eau) a été créé en 1971 pour tenter de pallier ces problèmes. Cet outil de contrôle permet une uniformisation du système en proposant cinq classes de qualité en fonction des valeurs seuils des paramètres physico-chimiques et hydrobiologiques (agence de l'eau Loire-Bretagne, 1999b). Toutefois, la coordination des réseaux, normalement assurée par les agences de bassin, reste très insuffisante (Miquel, 2003). Le système SEQ-eau a été revu en 2000 par les agences de l'eau, accompagnées du ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, qui ont souhaité enrichir le dispositif. Il propose aussi un indice de qualité variant de 0 à 100 plus facile à utiliser que ceux mis en place par le passé.

Le suivi des eaux souterraines, dont la problématique est apparue plus tardivement, est différencié de celui des eaux de surface. L'observatoire national de la qualité de eaux souterraines (ONQES) a été créé en 1983 pour « centraliser, homogénéiser et mettre à disposition d'utilisateurs autorisés toutes informations concernant la qualité chimique des eaux souterraines brutes et réaliser l'exploitation de ces données, notamment pour des synthèses nationales ». Le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) en a la charge depuis 1986 et l'ONQES est aujourd'hui structuré (depuis 2001) sous forme d'une banque du sous-sol et des eaux souterraines (BSS-ES) accessible au public à travers les système ADES (accès aux données sur les eaux souterraines). De même que pour les eaux de surface, un outil d'évaluation de la qualité des eaux souterraines (SEQ-eaux souterraines) a été développé.

1.1.4. Pollution diffuse et pollution ponctuelle

Une pollution résulte de l'apport d'éléments extérieurs dans un milieu. Il convient d'en distinguer deux types : ponctuelle et diffuse.

Une pollution dite ponctuelle (ou accidentelle) provient d'un point unique et identifiable. Ce type de pollution est le plus connu et souvent le plus visible à court terme. Depuis la prise de conscience générale des problèmes liés à l'eau, plusieurs programmes gouvernementaux et lois ont été mis en place afin de diminuer ces rejets polluants dans l'environnement

¹ La chlorophylle a est le pigment photosynthétique le plus commun du règne végétal. Il est présent chez tous les végétaux aquatiques et terrestres.

A l'inverse, une pollution dite diffuse est issue de toute la surface d'un territoire et transmise aux milieux aquatiques de façon indirecte, par ou à travers le sol, sous l'influence de la force d'entraînement des eaux de ruissellement (précipitations ou irrigations).

Les pratiques agricoles sont généralement à l'origine de pollutions diffuses par lessivage des produits polluants. Cette pollution est de ce fait plus difficile à contrôler que la pollution ponctuelle parce qu'elle est liée à une multitude de sources réparties sur l'ensemble du territoire (Bonn et al., 2003).

Les eaux souterraines sont plutôt vulnérables aux pollutions diffuses, dont l'effet arrive généralement tardivement après un temps d'accumulation. Lorsqu'une dégradation est constatée, la restauration de la qualité est longue et difficile et peut prendre plusieurs dizaines d'années. En revanche, les eaux de surfaces sont immédiatement contaminées par les pollutions ponctuelles ou accidentelles et sont directement influencées par le régime climatique (Charnet, 2004a). L'état qualitatif des nappes souterraines n'est pas encore aussi préoccupant que celui des eaux superficielles et la complexité qu'engendre une reconquête de leur qualité souligne l'importance de préserver ce patrimoine pour l'avenir.

1.2. La situation au niveau national et au niveau de la zone d'étude

Avec 550 000 km de cours d'eau (dont la largeur est supérieure à 1 m) pour une superficie de 550 000 km² et de nombreux aquifères répartis sur tout le territoire, la France peut être considérée comme un pays riche en eau (Vivattenne, 2006).

La Bretagne s'étend quant à elle sur environ 25 000 km² et compte plus de 30 000 km de cours d'eau (Novince, 2008).

1.2.1. Climat et précipitations

Le territoire français reçoit annuellement en moyenne 503 milliards de m³ de précipitations. L'évaporation de celles-ci est estimée à 62 %, ce qui induit un total de 189 milliards de m³ de pluies efficaces, c'est-à-dire de pluies alimentant le réseau hydrographique. Si l'on ajoute à cela l'eau apportée par les pays limitrophes et que l'on déduit celle qui s'écoule hors du territoire, 182 milliards de m³ sont donc disponibles (IFEN, 2006). Parmi ceux-ci, 68 milliards de m³/an sont repartis dans les cours d'eau et 120 milliards de m³/an s'infiltrent pour reconstituer les réserves souterraines. Toutefois, la géologie et le climat rendent la répartition de ces réserves très hétérogènes sur l'ensemble du territoire.

Le taux d'évaporation est moindre en Bretagne (55 %). Ainsi, sur les 24 milliards de m³ d'eau qui tombent chaque année, 10,8 milliards de m³ s'infiltrent dans le sol pour recharger les eaux souterraines et alimenter les cours d'eau (Novince, 2008). Les pluies efficaces pour la seule alimentation des eaux souterraines représentent environ 4,8 milliards de m³ (Mougin, 2004).

De plus, les précipitations ne sont pas également réparties dans l'espace mais suivent un gradient Est-Ouest (les pluies étant plus abondantes à l'Ouest).

1.2.2. Les eaux souterraines

450 aquifères sont recensés sur l'ensemble du territoire français dont 200 de plus de 100 km². Ces derniers constituent une ressource de 2 000 milliards de m³, dont 100 milliards s'écoulent annuellement vers les sources et les rivières (Vivattenne, 2006).

Les eaux souterraines sont moins vulnérables aux pollutions que les eaux superficielles. Aussi, elles sont préférentiellement utilisées pour le captage d'eau potable et représentent 95 % des prises d'eau, ce qui correspond à environ 62 % du volume prélevé (IFEN, 2006).

Les captages en profondeur sont ainsi une moindre préoccupation au niveau qualitatif. En revanche, l'abaissement du niveau des nappes dû à un prélèvement excessif est un problème fréquemment rencontré et concerne 10 % de l'ensemble des masses d'eaux souterraines.

Le sous-sol de la Bretagne est constitué de roches dures anciennes (comme en montagne), à l'inverse des autres régions de France constituées de roches sédimentaires. Aussi, il n'existe pas dans cette région de grands aquifères mais des petits systèmes imbriqués de quelques dizaines d'hectare (surface au sol).

721 captages d'eau souterraine sont recensés pour l'adduction collective d'eau (208 dans les Côtes d'Armor, 274 dans le Finistère, 122 dans le Morbihan et 117 en Ile et Vilaine) (Panaget, 2004).

Les eaux principalement exploitées sont des eaux émergentes ou des sources captées à la sortie de l'aquifère. La faible profondeur des nappes exploitées leur confère ainsi une vulnérabilité et une production variable selon les saisons. Le volume prélevé par les pompages représente environ 8 % de la ressource en eau souterraine disponible.

Les aquifères du sol armoricain sont principalement de deux types (Mougin, 2004) :

- formations altérées superficielles (altérites : arène pour les granites, argile pour les schistes). Leur perméabilité est généralement faible, ce sont donc souvent des sources de faible débit captées par des ouvrages traditionnels.
- fissures des roches du substrat (situées sous les altérites). La présence d'eau dans ces formations est liée aux différentes discontinuités géologiques. La capacité de stockage d'eau est relativement faible mais la perméabilité est localement importante et permet donc des débits instantanés élevés.

1.2.3. Les eaux superficielles

Alors que les eaux souterraines sont préférées aux eaux de surface pour l'alimentation en eau potable au niveau national, 80 % des eaux distribuées aux Bretons sont des eaux de surface (Merceron, 2004).

Au niveau de ces eaux superficielles, 10 % de l'exploitation est effectuée en régie, contre 43 % pour les eaux souterraines (Panaget, 2004).

1.2.4. Les besoins en eau

L'IFEN estime les prélèvements d'eau en France métropolitaine à 33,1 milliards de m³ en 2002. Néanmoins, sur ces 33 milliards de m³, une grande majorité est restituée au milieu. En effet, une partie des eaux prélevées est utilisée par exemple pour la production d'énergie et notamment pour refroidir les centrales nucléaires ou thermiques. Cette eau n'est alors pas consommée et ne constitue pas une pression forte sur la ressource. Il est donc important de faire la distinction entre les volumes prélevés et les volumes consommés, qui sont évalués en soustrayant ce qui est restitué au milieu à ce qui est prélevé.

Les prélèvements d'eau se répartissent en quatre domaines principaux (IFEN, 2006) :

- 55 % pour la production d'énergie
- 19 % pour l'eau potable
- 14 % pour l'agriculture
- 12 % pour les besoins de l'industrie

En revanche, la consommation réelle d'eau se répartit de manière tout à fait différente (Cf. Figures 1 et 2). Cette dernière est évaluée à environ 4 milliards de m³/an.

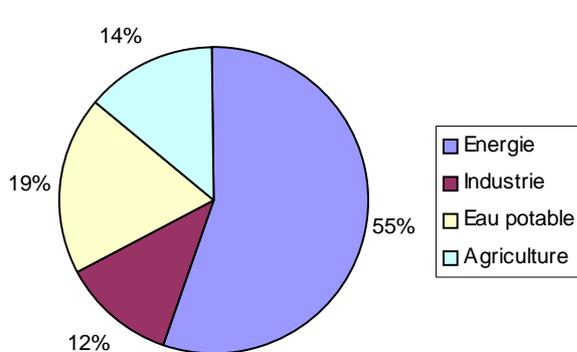


Figure 1. Répartition des prélèvements d'eau en France selon les secteurs d'activité (Source : IFEN, 2006).

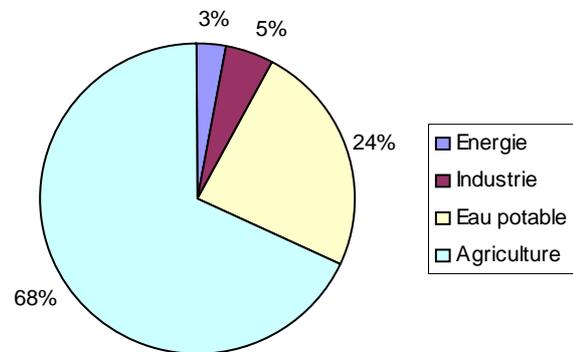


Figure 2. Répartition de la consommation d'eau en France selon les secteurs d'activité (Source : IFEN, 2006).

En moyenne, sur le territoire français, un habitant consomme 162 litres/jour. Cette consommation varie beaucoup selon les régions. Ainsi, des zones où l'urbanisation est faible comme le Cantal ou l'Aveyron ont une consommation par habitant largement supérieure à la moyenne. Ce phénomène est principalement dû aux pertes sur les réseaux qui desservent une population dispersée (ministère de l'Écologie et du Développement durable, 2003).

Le rapport entre les prélèvements annuels et la ressource renouvelable donne un indice d'exploitation des ressources en eau douce de 19 % (IFEN, 2006), ce qui représente un faible risque de pénurie en eau au niveau national.

En Bretagne, le total des prélèvements d'eau atteignait 278,8 millions de m³ en 2006. Les volumes sont estimés à partir des déclarations des usagers auprès de l'agence de l'eau Loire-Bretagne. Ces prélèvements se répartissent comme suit :

- 86 % pour le réseau de distribution d'eau potable ;
- 10 % pour les industriels (hors réseau public) ;
- 4 % pour l'irrigation.

1.2.5. Prix de l'eau

Depuis 1992, l'ensemble des installations garantissant la bonne qualité de l'eau est placé sous la responsabilité du Maire de la commune. Ainsi, le prix de l'eau au consommateur inclut les coûts de fonctionnement des installations de distribution et d'assainissement sur la base d'une consommation de 120 m³/hab. (ministère de l'Économie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, 2004). Ces dernières étant différentes selon les communes, l'eau a donc un coût variable sur l'ensemble du territoire national. Au coût de ces installations s'ajoutent d'autres facteurs de variation du prix de l'eau : la taille de la commune, le contexte, la densité d'habitat, l'importance de la population saisonnière...

Le prix moyen de l'eau en France est de 3,01 €/m³ (NUS consulting, 2008). Dans ce prix, quatre grandes composantes sont prises en compte :

- la distribution (42 % du prix) ;
- la collecte et l'assainissement des eaux usées (31 %) ;
- les redevances (21,5 %) ;
- la TVA (5,5 %).

Les redevances incluses sont les redevances pollutions et prélèvement des agences de l'eau, la redevance versée au « fond national des adductions d'eau » et la redevance payée aux « Voies navigables de France » lorsque l'eau est prélevée dans de telles voies.

Le prix de l'eau en France s'affiche en bonne place par rapport aux autres pays européens. Il se situe en effet 13 % sous la moyenne des pays de l'union européenne.

Le prix moyen de l'eau calculé en Bretagne est légèrement au-dessus de la moyenne nationale : 3,18 €/m³ (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2008).

1.2.6. L'état des lieux de la ressource

Avec le développement des activités industrielles et agricoles dans les années 60, la pression sur la qualité des eaux a fortement augmenté et cette dernière est devenue préoccupante. Aujourd'hui, sur les 30 000 captages recensés en France, la moitié dispose d'arrêtés de déclaration d'utilité publique (DUP). Les débits protégés correspondent à 57,9 % des débits totaux produits (Davezac et al., 2008).

La directive cadre européenne sur l'eau (DCE) a permis de réaliser une synthèse globale sur l'état des eaux de surface et souterraines. Chaque masse d'eau² a été étudiée et le risque qu'elle n'atteigne pas le bon

² Au sens de la DCE, une masse d'eau est un volume d'eau à caractéristiques physiques homogènes et sur lequel les pressions urbaines, agricoles et industrielles sont identiques (IFEN, 2006).

état écologique en 2015 a été évalué selon différents critères : quantité, morphologie, qualités physico-chimique et biologique.

Les nitrates, les pesticides et le phosphate interviennent dans la classification de ce bon état écologique.

Au niveau des eaux brutes, la présence de pesticides est signalée sur 91 % des points de mesure des cours d'eau et 55 % des points de mesure des eaux souterraines. Les niveaux de contamination sont souvent significatifs. Ainsi, pour les eaux de surface, 36 % des points de mesure ont une qualité moyenne à mauvaise alors que 25 % des points concernant les eaux souterraines nécessiteraient un traitement spécifique d'élimination des pesticides pour une production future d'eau potable (IFEN, 2007).

Globalement, les concentrations en pesticides dans les cours d'eau diminuent, particulièrement dans les zones où elles étaient très importantes. Toutefois, cette amélioration s'essouffle depuis quelques années.

En ce qui concerne la pollution diffuse par les nitrates, la limite réglementaire de 50 mg/l est respectée, sans distinction de provenance, par 94 % des mesures réalisées sur les eaux brutes (Davezac et al., 2008). Plus les captages sont importants, plus les normes sont respectées. Aucune décroissance réelle du taux de nitrates n'est globalement observée. Les concentrations mesurées sont même en augmentation dans les nappes. Néanmoins, une stagnation de ce taux de nitrates dans les eaux superficielles a été constatée ces dernières années.

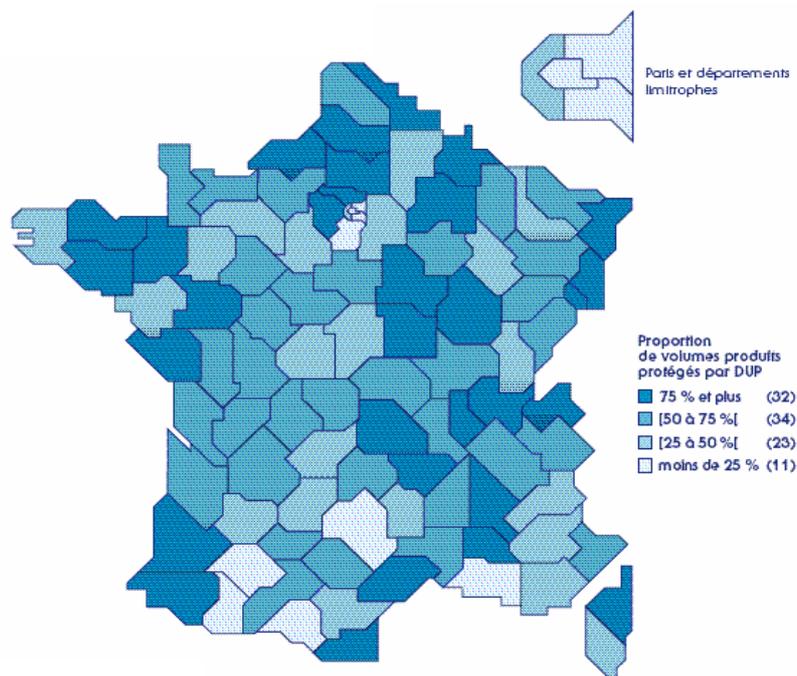
En Bretagne, 74,3 % des points de captage d'eau bénéficient d'un périmètre de protection avec arrêté de déclaration d'utilité publique en 2007 (DIREN, 2007).

La concentration en nitrates est restée stable dans les eaux de la région (30,6 mg/l), alors que les pesticides sont en baisse. Les indicateurs de la DCE attribuent une qualité satisfaisante pour l'Ouest mais pas pour l'Est (bassin de la Vilaine). 60 % des nappes sont en bon état (majoritairement en centre Bretagne) par rapport aux nitrates (< 50 mg/l). Mais ces derniers sont malgré tout la principale cause d'altération des eaux souterraines (DIREN, 2007).

L'eutrophisation des eaux superficielles est plus importante pour les cours d'eau à écoulement lent. Aussi, elle est plus marquée à l'est de la région (DIREN, 2007).

1.2.7. Le contentieux européen

Le 21 mars 2007, la commission européenne a condamné la France en raison de la pollution persistante par les nitrates dans les captages d'eau superficielle en Bretagne. Un plan d'action a alors été mis en place sur les 9 bassins versants problématiques, évitant ainsi la comparution au tribunal : renforcement des contrôles, accélération des mesures en cours, mise en place de bandes enherbées le long des cours d'eau, mesures supplémentaires pour limiter les apports azotés et diminuer l'intensification de la production animale. Enfin, 4 prises d'eau ont été fermées.



Carte 1. Protection des captages par département – situation en 2007 (Source : ministère chargé de la santé, DDASS, SISE Eau)

1.4. La politique de reconquête de la qualité de l'eau

Depuis la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, les collectivités ont obligation de mettre en place des périmètres de protection autour des captages prélevant de l'eau pour l'alimentation humaine.

Afin d'améliorer la protection de la ressource en eau et de reconquérir sa qualité, différents programmes ou aides existent. Ces derniers s'échelonnent du niveau européen au niveau départemental.

1.4.1. La directive cadre sur l'eau (DCE)

La directive cadre européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établit un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle a été transcrite dans le droit français par la loi 2004-338 du 21 avril 2004.

Cette DCE demande notamment l'atteinte du bon état écologique des eaux d'ici 2015. D'une logique de moyens qui était en place auparavant, elle permet d'instaurer une logique de résultats.

1.4.2. La directive « nitrates »

La directive européenne du 12 novembre 1991, dite directive nitrates, impose la protection des eaux contre les pollutions d'origine agricole. Celle-ci introduit plusieurs notions importantes dans le cadre de la reconquête de la qualité des eaux.

Les zones vulnérables sont des territoires où les valeurs limites européennes de concentration en nitrates dans les eaux superficielles destinées à l'alimentation en eau potable sont dépassées (> 50 mg/l) ou menacent de l'être. Ainsi, les collectivités concernées doivent mettre en oeuvre un programme d'action, rendant notamment obligatoire un code de bonne pratique agricole adapté au contexte local. Le premier programme d'action (1997 à 2000) a été suivi d'un deuxième programme (2001 à 2004). Le troisième a été signé le 27 décembre 2004, et révisé le 23 novembre 2005. La totalité du territoire Breton est classé en zone vulnérable depuis 1994.

Les zones d'action complémentaires (ZAC) concernent les bassins d'alimentation en eau potable où la qualité des eaux brutes est insuffisante. Dans ces zones, la couverture des sols est obligatoire en hiver et la fertilisation azotée totale limitée à 210 kg/ha. L'augmentation des effectifs est interdite sauf cas particuliers. Actuellement, le troisième programme d'action est en vigueur. Un quatrième programme est en réflexion en vue de son adoption d'ici le 30 juin 2009.

Les zones d'excédent structurel (ZES) concernent les cantons où la production d'azote par les rejets animaux conduit à un ratio supérieur à 170 kg d'azote par hectare épandable. 104 cantons sont soumis aux obligations des ZES en Bretagne (DIREN, 2007). Ces derniers sont soumis à une obligation de résorption des excédents, et interdiction d'augmentation des effectifs animaux sauf disposition particulière pour les jeunes agriculteurs et les exploitations de dimension économique insuffisante.

1.4.3. Le SDAGE et les SAGE

Le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) est un document de planification décentralisé défini pour une période de 6 ans et établi en application de l'article L 212-1 du code de l'environnement. Il définit les grandes orientations pour une gestion équilibrée de la ressource en eau au niveau d'un grand bassin hydrographique. Les exigences de la DCE doivent être intégrées dans ce schéma qui constitue le principal outil de la mise en oeuvre de la politique communautaire.

Le SDAGE en vigueur dans le bassin Loire-Bretagne a été approuvé le 4 juillet 1996 et est actuellement en cours de révision. Il sera adopté par le comité de bassin en 2009 et couvrira la période 2010-2015.

Les orientations définies par ce schéma directeur sont déclinées dans des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) qui sont opérationnels sur des zones hydrogéographiques plus localisées. Les SAGE permettent généralement d'aller plus loin dans les objectifs du SDAGE et d'adapter la démarche aux contextes locaux. 17 périmètres ont été définis en Bretagne en 2008.

1.4.4. Le plan national santé environnement (PNSE)

Devant les impacts constatés des pollutions sur l'environnement et la santé, le gouvernement français a établi en 2004 le plan national santé environnement. Ce PNSE a pour objectif de rendre l'environnement plus respectueux de la santé humaine. « Garantir un air et boire une eau de bonne qualité » est l'un des trois objectifs majeurs de ce plan.

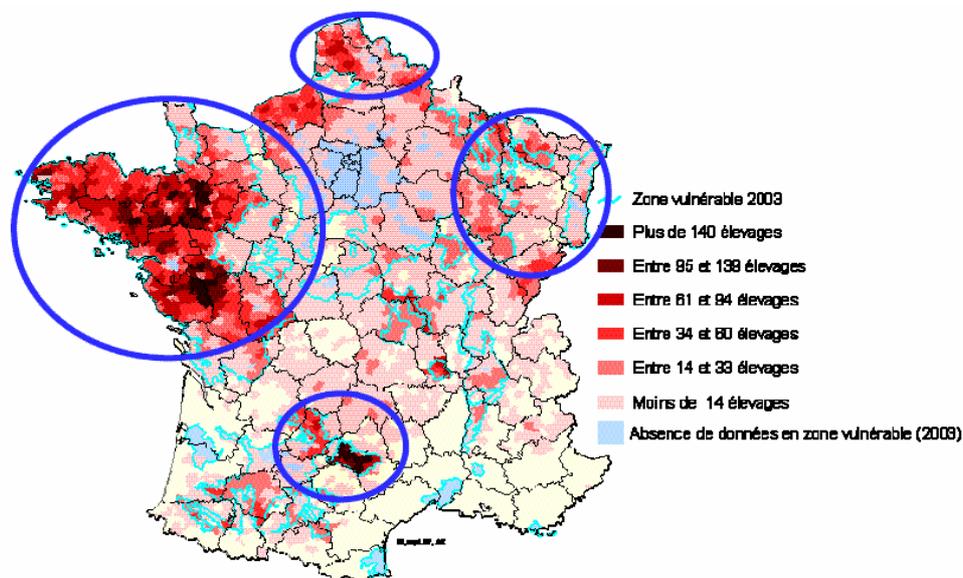
Aussi, la protection des captages revêt dans ce cadre un caractère prioritaire. Le PNSE vise ainsi à simplifier les procédures de mise en place des périmètres tout en renforçant les contrôles et en impliquant plus fortement les collectivités. L'objectif du plan est d'obtenir une protection pour 100 % des captages à l'horizon 2010. Le premier programme est arrivé à échéance en 2008, un second est donc engagé pour la période 2009-2013.

1.4.5. Le programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole (Cahart et al., 1999; Rouzée, 2004 ; Le Gall et Manneville, 2007)

En octobre 1993, pour faire face aux problèmes de dégradation des milieux aquatiques, un programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole (PMPOA) a été créé entre l'État et la profession agricole. Ce programme, élaboré par les ministères de l'Agriculture et de l'Environnement, concerne tous les agriculteurs souhaitant mettre en conformité leur exploitation. Le financement des travaux nécessaires est assuré pour 1/3 par l'État et les collectivités territoriales, à parité, 1/3 par les agences de l'eau et 1/3 par les éleveurs.

Le premier PMPOA a été engagé en 1994. Ce projet, dont le bilan est positif, se verra reprocher le manque de prise en compte des enjeux agronomiques. Le programme aura touché 37 000 élevages.

Aussi, le 4 janvier 2002, un second PMPOA a été lancé pour remplacer le premier (décret n°2002-26). Celui-ci met le point sur une meilleure valorisation des effluents d'élevage et est accessible aux exploitants qui n'ont pas bénéficié du PMPOA I. De plus, il doit être appliqué par tous les exploitants mettant en valeur des terres en zone vulnérable, c'est-à-dire les zones désignées comme vulnérables à la pollution diffuse par les nitrates d'origine agricole. Cette désignation tient notamment compte des caractéristiques des terres et des eaux ainsi que de l'ensemble des données disponibles sur la teneur en nitrate des eaux et de leur zone d'alimentation. Cette obligation découle du principe de conditionnalité³ des aides engendrées par la directive « nitrates » de la politique agricole commune (PAC). S'il n'est pas respecté, les aides sont suspendues.



Carte 2. Localisation des élevages PMPOA II dans les zones vulnérables (Source : CNASEA, traitement Institut de l'élevage, 2008)

³ Le principe de conditionnalité des aides de la PAC consiste à subordonner le versement de la totalité des aides directes au respect d'exigences en matière d'environnement, de santé de bien être des animaux et de protection des végétaux (Observatoire départemental de l'eau de l'Ain, 2007).

Un rapide regard sur la carte 2 permet de constater qu'une très importante part des élevages situés en zones vulnérables est localisée en Bretagne.

Les programmes PMPOA ont concerné environ 40 % des élevages français, dont une majorité d'éleveurs laitiers. Ceci permet de toucher plus de la moitié des causes de pollutions en azote organique au niveau national car les non-conformités principales recensées se situent au niveau des ouvrages de stockage et des salles de traite.

Cet engagement massif de la part des éleveurs a permis une meilleure répartition des engrais et une diminution des apports en azote minéral.

1.4.6. Les agences de l'eau

Les agences de l'eau sont des établissements publics à caractère administratif. Elles sont placées sous la tutelle du ministère chargé de l'environnement et sous celle du ministère chargé des finances.

Ces agences, au nombre de six sur le territoire national, sont chargées de faciliter les différentes actions d'intérêt commun dans chaque bassin hydrographique, notamment au niveau de la préservation de la ressource en eau, de son amélioration et de la lutte contre la pollution. Elles sont en droit d'établir et de percevoir des redevances pour les prélèvements d'eau et pour la détérioration de la qualité des milieux. Aussi, ces dernières permettent de délivrer des subventions pour financer les travaux d'intérêt commun.

Enfin, les agences de l'eau ont un rôle d'information et de sensibilisation important auprès du grand public.

55,87 millions d'euros ont été alloués à la reconquête de la qualité de l'eau par l'agence de l'eau Loire-Bretagne en 2007 (DIREN, 2007). Ces aides sont réparties de manière équitable entre les 4 départements.

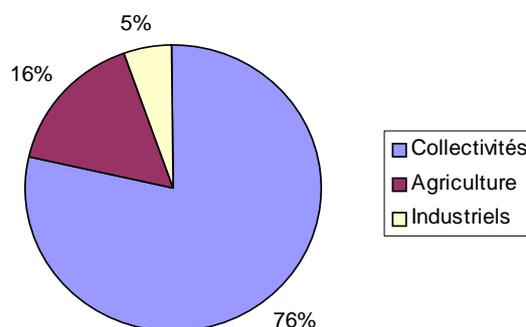


Figure 3. Répartition des aides de l'agence de l'eau Loire-Bretagne par secteur (source : DIREN, 2007)

1.4.7. Les conseils régionaux

Ces assemblées d'élus, de par leur implication dans la plupart des domaines de la vie quotidienne, jouent un rôle important dans la préservation de la ressource en eau. Le SDAGE et les SAGE constituent des outils importants de leur démarche qu'ils tentent de généraliser. Ils apportent un soutien technique, méthodologique mais aussi parfois financier.

Soucieuse de la dégradation de la qualité de ses eaux, la région Bretagne a mis en place une politique territorialisée dans le domaine de l'eau. Cette politique, qui fait suite au programme « Bretagne eau pure », prévoit notamment des financements pour la mise en place des périmètres de protection de captages. Elle intervient aussi dans le domaine de la connaissance des eaux souterraines.

1.4.8. Le programme Bretagne eau pure (BEP)

Motivations, objectifs et application



Figure 4. Logo de Bretagne eau pure (Source : www.bretagne.pref.gouv.fr.)

Alerté par la dégradation de la qualité des eaux en Bretagne depuis déjà une vingtaine d'années, le conseil régional de Bretagne lance en 1990 un programme de lutte contre les pollutions de l'eau appelé « Bretagne eau pure ». Cette action est engagée principalement au niveau des eaux brutes superficielles.

« Bretagne eau pure » est une action à caractère contractuel, basé sur le volontariat des agriculteurs et maîtres d'ouvrage des bassins versants.

Le dépassement de plus en plus fréquent des normes sanitaires pour la production d'eau alimentaire conduit en 1993 plusieurs institutions à financer un programme de reconquête de la qualité de l'eau. Sont engagés : l'Union européenne, l'État, le conseil régional de Bretagne, l'agence de l'eau Loire-Bretagne et les conseils généraux bretons. Ces premiers

investissements sont orientés sur l'assainissement des agglomérations et se sont rapidement traduits par une nette amélioration de la qualité des eaux de baignade.

Un deuxième programme a alors été engagé pour la période 1994-2004. Ce dernier se concentre sur les pollutions diffuses, en particulier d'origine agricole. 19 bassins versants sont concernés. La notion de bassin versant devient avec ce deuxième programme une réelle entité géographique de gestion de l'eau. En outre, les efforts produits ont permis de diminuer les taux de pesticides constatés.

Fort de cette expérience, le programme « Bretagne eau pure » a été reconduit pour une troisième période allant de 2000 à 2006, le taux de nitrates, jusque là peu affecté par les actions engagées, devenant une priorité. Cette troisième session est de plus orientée sur un conseil personnalisé et des engagements individuels avec les agriculteurs. Le zonage est étendu à 45 bassins versants, soit 40 % du territoire breton. Plus de 110 millions d'euros ont été investis pour cette partie du programme.

Un programme critiqué

Depuis 1993, 310 millions d'euros ont été engagés pour la lutte contre les pollutions des eaux bretonnes (Cours des comptes, 2002). Dans sa totalité, le programme aura concerné 59 % de la production d'eau potable. Aussi, si la sensibilisation des acteurs ainsi que la démarche par bassin versant sont des réussites avérées du programme, l'efficacité des actions engagées ne semble pas à la hauteur des investissements. En outre, le manque d'incitation à une modification radicale des pratiques agricoles est fortement reproché à « Bretagne eau pure ».

Plusieurs raisons sont avancées pour expliquer la partielle réussite des 3 programmes :

- pas de leadership au sein des partenaires financiers ;
- inertie dans l'organisation et le fonctionnement des comités de décision ;
- manque de représentation des acteurs associatifs ;
- concurrence des aides de la politique agricole commune, d'un montant supérieur par rapport aux aides aux mesures incitatives entreprises dans le cadre de BEP ;
- pas de politique suffisante de réduction des cheptels.

Ainsi, suite à toutes ces constatations, le programme n'a pas été reconduit après l'année 2006.

L'avenir à la suite du programme BEP

Suite à la désillusion créée par la non-reconduction de BEP, le conseil régional se devait de réagir et de mettre en place une alternative à ce programme dans le domaine de la reconquête de la qualité des eaux. Il s'appuie désormais sur une politique territoriale de l'eau qui tente d'atteindre, entre autres objectifs, ceux concernés par les programmes BEP.

1.4.9. Les conseils généraux

Les assemblées départementales que constituent les conseils généraux jouent un rôle prépondérant dans la reconquête de la qualité de l'eau.

En effet, avec les agences de l'eau, ils constituent les principales sources de financement pour les études ou travaux réalisés dans ce cadre. Toutefois, ces institutions ayant une portée départementale et étant indépendantes entre-elles, les montants et conditions d'éligibilité de ces subventions sont très variables d'une zone à l'autre.

Prenons par exemple, au niveau de la Bretagne, le thème principal de cette étude qui est le boisement des périmètres de protection des captages d'eau. Seul le département des Côtes d'Armor, qui est par ailleurs une référence nationale dans le domaine de la protection des eaux (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1999a), prévoit une subvention spécifique pour ce type d'opération. Les autres départements proposent des aides qui peuvent s'avérer éligibles dans ce cadre mais qui ne sont pas réellement mises en place comme telles.

La qualité de l'eau est donc un sujet sensible faisant l'objet de nombreux programmes de reconquête. Ceux-ci s'établissent à différentes échelles et, si le cadre politique existe à un niveau global (européen, national), nombreuses sont les initiatives plus locales (régionales, départementales) qui permettent d'adapter ce cadre à des contextes particuliers. En outre, il est à noter que l'agriculture est l'objet de la plupart des démarches alors que la forêt semble peu considérée.

II. La protection des captages : contexte juridique et réglementaire

2.1. Historique (Pennequin et al., 2007 ; Buisson, 2007)

Une préoccupation datant du début du 20^{ème} siècle

La notion de périmètre de protection des captages (PPC) d'eau souterraine apparaît pour la première fois dans la loi du 15 février 1902 (article 10). Le décret déclarant l'utilité publique d'une source prévoit ainsi, en plus de l'acquisition des terrains concernés, un périmètre de protection dans lequel les épandages d'engrais et la réalisation de forages peuvent être réglementés par l'autorité préfectorale.

Le 12 juillet 1924, une circulaire précise pour la première fois des instructions particulières à destination des géologues pour l'étude des projets d'alimentation en eau potable. La notion de périmètre de protection est renforcée un peu plus tard par le décret-loi du 30 octobre 1935.

La loi du 16 décembre 1964 et ses évolutions

Le caractère obligatoire des périmètres de protection n'apparaît que le 16 décembre 1964 avec les lois sur l'eau 64-1245 (articles 7 et 8). Ils doivent être installés autour de chaque nouveau point de prélèvement d'eau et une déclaration d'utilité publique (DUP) doit être émise. Cette obligation est ensuite étendue aux points de captages existants par la loi sur l'eau 92-3 du 3 janvier 1992 (articles 13-1 et 14-1). Ce texte fixe un délai limite de réalisation ou de mise en conformité de cinq ans.

Trois types de périmètres sont définis par ces textes :

- le périmètre de protection immédiate : il correspond à l'environnement direct du point d'eau (quelques ares). Les terrains sont à acquérir en pleine propriété. Toute autre activité que celles liées à l'exploitation du captage y est interdite. Il permet de lutter contre les pollutions ponctuelles.
- le périmètre de protection rapprochée : il délimite un secteur (généralement quelques hectares) correspondant à la « zone d'appel » du point d'eau. Certaines activités pouvant nuire à la qualité des eaux peuvent être interdites ou réglementées. Sa surface est calculée à partir des conditions hydrogéologiques, de la vulnérabilité de la nappe, des risques de pollutions... l'objectif est de réduire les risques de pollution diffuse ou permanente.
- le périmètre de protection éloignée : il n'est pas obligatoire. Il s'étend sur une zone beaucoup plus large (bassin d'alimentation, bassin versant...), dépend des préconisations de l'hydrogéologue missionné et renforce le périmètre de protection rapprochée.

Les servitudes ainsi créées par l'acte de déclaration d'utilité publique doivent être reportées en annexe des plans locaux d'urbanisme (PLU) et inscrites à la conservation des hypothèques⁴.

Une mise en oeuvre difficile

Malgré un contexte réglementaire bien présent, l'obligation d'instaurer des périmètres de protection est peu respectée. En effet, seulement 31 % des captages ont fait l'objet d'une DUP au niveau national en 1997 et 11 % ont été suivis d'une inscription des servitudes à la conservation des hypothèques (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1999a). Cette même année, date limite fixée par la loi du 3 janvier 1992, 32 % des captages recensés n'ont fait l'objet d'aucune démarche. La lourdeur des procédures est avancée comme la raison principale de cet échec. De plus, l'intérêt des périmètres de protection rapprochée et éloignée est remis en cause. Ainsi, le Conseil national de l'évaluation des choix scientifiques et technologiques propose de créer des modalités supplémentaires (Miquel et Revol, 2003):

- une procédure de constatation de protection naturelle justifiant la non-crédation des périmètres dans le cas de captages existant avant 1964 et bénéficiant d'une protection naturelle ;
- une procédure simplifiée aboutissant à la seule création du périmètre de protection immédiate quand cela suffit ;
- une procédure avec périmètres de protection immédiate et rapprochée n'impliquant pas d'inscription des servitudes à la conservation des hypothèques si elles sont déjà dans le PLU.

⁴ La conservation des hypothèques est un service administratif dépendant de la direction générale des impôts, chargé de la publicité foncière et de la gestion du fichier immobilier.

Il est à noter qu'en cas de propriété publique, un captage peut être exempté de l'établissement d'un périmètre de protection, même immédiat.

Le PNSE propose des réformes allant dans le même sens ainsi qu'une possibilité pour les collectivités de préempter des terrains dans le cadre de la protection des points de captage. En outre, le PNSE affiche des objectifs nouveaux : permettre la mise en place d'une protection pour 80 % des captages en 2008 et 100 % en 2010. Aussi, des textes viennent compléter la législation au fil des années avec un objectif marqué de simplification de la procédure (circulaires du 24 juillet 1990, du 8 janvier 1993, du 15 février 1993...).

Une nécessaire simplification de la procédure

La réelle avancée dans le domaine de protection des captages est permise par la loi 2004-806 du 9 août 2004 relative à la santé publique. Des outils pour les collectivités y sont présentés et de nombreux problèmes sont levés par la parution de cette loi. Le rôle même des périmètres de protection y est redéfini. Ainsi, ceux-ci doivent permettre de lutter contre la pollution ponctuelle ou accidentelle, mais plus contre la pollution diffuse (qui sera reprise dans la loi sur l'eau). La loi du 9 août 2004 s'articule autour de trois grands axes :

- au minimum un périmètre de protection immédiate pour tous les captages, y compris ceux bénéficiant d'une protection naturelle. Ceci permet d'accélérer la procédure et lève l'ambiguïté créée par la notion de « protection naturelle »
- Des mesures d'adaptation de la procédure :
 - Les servitudes liées aux périmètres de protection ne font plus l'objet d'une publication aux hypothèques ;
 - Le droit de préemption est accordé aux collectivités locales dans le périmètre de protection rapprochée (conditions définies à l'article L211-1 du code de l'urbanisme).
- Le renforcement des sanctions. La personne responsable de la production et de la distribution de l'eau devient pénalement responsable de la qualité de l'eau. Le non-respect des contraintes imposées dans les périmètres de protection est défini pour la première fois comme une infraction.

La pollution diffuse

Les périmètres de protection n'ont plus vocation à lutter contre les pollutions diffuses depuis la loi du 9 août 2004. C'est à la loi sur l'eau n°2006-1772 du 30 décembre 2006 qu'il appartient de résoudre ce problème.

Cette loi permet au préfet de définir des périmètres d'alimentation des captages d'eau potable et des zones d'érosion. Les collectivités devront dans ces territoires, en concertation avec les acteurs impliqués, établir un programme pour réduire les pollutions diffuses (notamment agricoles) et limiter la dégradation du milieu. Selon l'étude d'impact de la loi sur l'eau, 900 sites sont concernés.

La surface moyenne des aires d'alimentation est plus vaste que celle des périmètres de protection. Compte tenu de leurs objectifs respectifs, cela semble logique.

Le concept de périmètre de protection a été depuis repris par la législation européenne (DCE du 23 octobre 2000, article 7.3) et par l'organisation mondiale de la santé (OMS) en 2004 au titre du développement des plans de sécurité sanitaire.

2.2. Cadre juridique pour la protection et l'exploitation des eaux (Cyrot, 2004 ; Brun-Rageul et al., 2000 ; DIREN et Agence de l'eau Loire-Bretagne, 2008)

Les réglementations nationales s'appliquant aux prises d'eaux superficielles ou souterraines proviennent de cadres juridiques divers :

- code de l'environnement (protection des milieux aquatiques et des ressources naturelles) ;
- code de la santé publique (protection sanitaire des consommateurs) ;
- code minier (connaissance du sous-sol), uniquement pour les eaux souterraines.

A l'exception de la réglementation du code minier qui est propre aux prélèvements en eaux souterraines, le cadre juridique est identique pour les eaux superficielles et souterraines.

2.2.1. Le code de l'environnement

Le code de l'environnement, partie relative à la loi sur l'eau (livre II, titre 1^{er})

Le code de l'environnement s'articule autour de deux principes majeurs concernant la ressource en eau que sont la gestion équilibrée de cette ressource et la protection de toutes les eaux vis-à-vis des pollutions (article L211-1) ainsi que la mise en place de régimes d'autorisation ou de déclaration pour les ouvrages ou les activités susceptibles de représenter un danger ou un impact plus ou moins fort sur la ressource en eau (articles L214-1 à L214-3)

Les procédures administratives d'autorisation et de déclaration de prélèvement sont régies par les décrets 2006-880 et 881.

En outre, l'arrêté de prescriptions générales du 11 septembre 2003, modifié par l'arrêté du 7 août 2006, définit un ensemble de règles communes au plan national que doivent respecter les ouvrages soumis à autorisation.

Le code de l'environnement, partie relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, ICPE (livre V, titre 1^{er})

Tous les forages et prises d'eaux superficielles nécessaires au fonctionnement des installations classées relèvent de la législation ICPE⁵.

2.2.2. Le code de la santé publique

Le code de la santé publique s'applique aux forages et prises d'eaux superficielles destinés à un usage alimentaire (articles L1321-1 à L1321-10 et R1321-1 à R1321-63). Il définit notamment les responsabilités de la collectivité productrice ou distributrice d'eau destinée au public, qui doit s'assurer de la bonne qualité de cette eau et se soumettre à des contrôles et prescriptions concernant la ressource.

L'article L1321-2 stipule que le captage doit respecter les prescriptions contenues dans son arrêté d'autorisation spécifique et être protégé par trois périmètres de protection (immédiate, rapprochée, éloignée).

En outre, l'article L1321-3 précise les conditions d'indemnisation qui peuvent être dues aux propriétaires ou occupants de terrains compris dans un périmètre de protection de prélèvement d'eau destinée à l'alimentation humaine.

Les procédures d'autorisation de distribution au public de l'eau destinée à la consommation humaine sont régies par le décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001, qui a abrogé le décret n°89-3 du 3 janvier 1989.

Enfin, les méthodes d'analyse des échantillons d'eau sont inscrites à l'arrêté du 17 septembre 2003.

L'ensemble de ces procédures d'autorisation ou de déclaration, afin de simplifier la procédure, est délivré par un seul et unique document qu'est *l'arrêté préfectoral de déclaration d'utilité publique*.

2.2.3. Le code minier

Le code minier intervient uniquement dans le cadre des prises d'eaux souterraines. En effet, l'article 131 impose l'obligation de déclaration préalable à toute personne exécutant un sondage, un ouvrage souterrain ou un forage dont la profondeur dépasse 10 m. Dans ce cadre, le défaut de déclaration est passible de sanctions pénales (articles 142-8 et 142-9).

2.3. La démarche de mise en place des périmètres de protection (DDASS Aube, 2007 et Fleury, 1999)

La volonté de produire de l'eau destinée à la consommation humaine engendre une démarche relativement complexe revêtant de nombreuses facettes et faisant intervenir des acteurs divers.

⁵ Une ICPE est une installation fixe dont l'exploitation présente des risques pour l'environnement.

2.3.1. Cadre réglementaire et procédure administrative

La première étape obligatoire pour la mise en place d'un captage destiné à la consommation humaine est l'aspect réglementaire. Pour l'alimentation d'une collectivité, l'ouvrage fait l'objet d'une réglementation bien précise régie par un arrêté préfectoral définissant les trois points suivants :

- autorisation préfectorale de distribuer de l'eau destinée à la consommation humaine (articles 1321-1 et 1321-36 du code de la santé publique) ;
- autorisation ou déclaration de prélèvement (articles L214-1 et L214-6 du code de l'environnement et décret n°2007-397 du 22 mars 2007) ;
- déclaration d'utilité publique (articles L1321-2 du code de la santé publique et L215-13 du code de l'environnement).

De plus, selon le débit de la source prélevée, le captage peut faire l'objet d'une déclaration, autorisation, ou encore d'aucune formalité. Le paramètre régissant ces différentes possibilités est le débit.

Du choix du captage jusqu'à l'arrêté préfectoral décrétant l'utilité publique de l'ouvrage, la collectivité doit suivre une procédure administrative rigoureuse. Cette démarche fait intervenir de nombreux acteurs à différents niveaux dont la collectivité est le maître d'ouvrage. Un synoptique général de la procédure administrative ainsi qu'une description des différents intervenants sont consultables en annexe 1.

2.3.2. Détermination des périmètres de protection

La phase de détermination des périmètres de protection correspond à la constitution du dossier d'enquête publique. Cette phase est menée par la collectivité, appuyée par son maître d'oeuvre. Elle fait aussi l'objet d'une concertation avec le groupe de suivi et les instances d'État. Les grandes étapes de la détermination des périmètres de protection sont disponibles en annexe 2. Cette phase de détermination dure en moyenne 18 mois (DDASS Aube, 2007).

Les principes généraux permettant de définir ces périmètres sont globalement les distances et les temps de transfert. A l'inverse des autres pays européens, la France ne fixe pas la dimension de ceux-ci de manière uniforme mais en fonction des caractéristiques du site (hydrogéologie, occupation du sol...).

Lors de la détermination des périmètres de protection, le maître d'ouvrage doit se livrer à une analyse de choix stratégiques qui déterminera sa politique autour du captage. En effet, s'il est prévu par la loi (article L 1321-2 du code de la santé publique) que la collectivité se doit d'acquérir le périmètre de protection immédiate, elle a en revanche libre choix par rapport au périmètre de protection rapprochée.

2.3.3. Instauration des périmètres de protection

Cette phase est instruite par la direction départementale des affaires sanitaires et sociales (DDASS) et conduite conjointement par les services de l'État. Elle fait suite à la constitution du dossier d'enquête publique et dure généralement entre 1 an et 18 mois (DDASS Aube, 2007). Son déroulement est consultable en annexe 3.

Une fois l'arrêté de DUP pris et diffusé, les responsabilités découlant de ce dernier sont partagées :

- le maître d'ouvrage doit :
 - réaliser la publicité de l'arrêté par notification aux propriétaires concernés, publication au recueil des actes administratifs, affichage en mairie (1 mois) et publication dans deux journaux locaux ou régionaux ;
 - réaliser les travaux et aménagements prévus ;
 - mettre à jour les documents d'urbanisme ;
- la DDASS doit :
 - gérer les données ;
 - contrôler le respect de la DUP.

La servitude nouvelle instituée par les périmètres de protection de captages d'eau n'est opposable aux demandes d'autorisation d'occupation des sols uniquement si elle est annexée aux documents d'urbanisme dans un délai de un an à compter de son institution.

La procédure de mise en place des périmètres de protection des points de captages est donc relativement longue et se déroule selon un protocole précis. Elle dure théoriquement environ 3 ans de la constitution du dossier préparatoire à l'application de l'arrêté préfectoral de DUP. Un synoptique global de cette procédure est disponible en annexe 4.

2.3.4. Les aides financières

La mise en place des périmètres de protection et toutes les procédures y aboutissant ont un coût non négligeable (environ 25 000 € HT par périmètre pour un point d'eau souterraine et 70 000 € HT pour un point d'eau de surface, hors acquisition foncière ; DDAF Manche, 2003). Pour parvenir à assumer celui-ci, la collectivité dispose d'aides proposées notamment par l'agence de l'eau du bassin concerné et par le conseil général du département. Selon les régions, d'autres soutiens peuvent être demandés, provenant d'organismes divers (conseil régional...). Ces subventions interviennent aux différentes étapes de la procédure et peuvent atteindre 80 % de la somme engagée, 80 % étant le pourcentage limite d'aides cumulées autorisé.

2.3.5. La mise en oeuvre de la protection

La protection est notamment définie dans l'arrêté préfectoral par :

- l'acquisition du périmètre de protection immédiate, la mise en place d'une clôture ;
- la réalisation de travaux de protection à l'intérieur du périmètre rapproché ;
- la mise en conformité des ouvrages ;
- le suivi des applications des prescriptions par la DDAS (pouvoir de police sanitaire) et le Maire (officier judiciaire).

Outre ces actions obligatoires, la collectivité est en droit de proposer des actions ayant un caractère plus préventif qui peuvent être développées par chacun comme des travaux sur les habitations, les bâtiments d'élevage, les installations de stockage des produits potentiellement dangereux...

Enfin, développer de bonnes pratiques culturales comme le raisonnement de la fertilisation et le bon emploi des produits phytosanitaires semble important. Les mesures agri-environnementales (MAE) mises en place depuis 1991 et ayant pour objectif de maintenir ou d'introduire des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement entrent pleinement dans ce cadre d'agriculture durable.

2.3.6. Le cas des captages à usage domestique

Le cas des captages d'eau à usage domestique a été récemment repris dans la réglementation. En effet, l'arrêté du 17 décembre 2008 fixe les éléments à fournir dans le cadre de la déclaration en mairie de tout prélèvement, puits ou forage réalisé dans cette optique. Cette réglementation est moins contraignante que pour une collectivité mais permet toutefois de s'assurer de la bonne protection de la ressource.

2.4. Étude synthétique des prescriptions contenues dans les arrêtés de DUP

2.4.1. Prescriptions générales

L'arrêté du 11 septembre 2003 relatif aux prescriptions générales applicables aux prélèvements soumis à déclaration, modifié par l'arrêté du 7 août 2006, dresse une série de conditions que doit remplir un ouvrage.

Il stipule notamment que le site choisi doit être compatible avec les objectifs de prélèvements pour prévenir toute surexploitation, particulièrement s'il y a d'autres ouvrages à proximité. De plus, le déclarant doit s'assurer que l'opération qu'il envisage est en accord avec le SDAGE, le plan de prévention des risques naturels⁶ ou encore le périmètre de protection d'un autre point d'eau destinée à la consommation humaine.

Cet arrêté fixe aussi des conditions d'exploitation, d'entretien, de suivi et surveillance des points de prélèvements.

⁶ Le plan de prévention des risques naturels est un document élaboré par l'État qui permet de réglementer l'utilisation des sols en fonction des risques naturels auxquels ils sont soumis. Il délimite des zones directement exposées aux risques et y réglemente les activités ou constructions.

Le code de la santé publique, dans son article L1321-2, précise les conditions d'établissement des périmètres de protection des points de captage d'eau destinée à la consommation humaine et donne quelques prescriptions générales applicables dans ces périmètres. Elles sont consultables en annexe 5.

Le code de la santé publique fixe donc ces généralités mais c'est l'arrêté préfectoral de DUP qui, selon le contexte local et en se conformant à ces prescriptions générales, régleme de manière plus précise les activités dans les périmètres de protection.

2.4.2. La polémique de la protection contre la pollution diffuse

S'il est reconnu que les périmètres de protection de captages sont une mesure efficace contre les pollutions accidentelles ou ponctuelles, leur rôle face aux pollutions diffuses est sujet à polémique.

Une étude commanditée par le ministère de l'Écologie et du Développement Durable et menée sur plus de 2 000 ouvrages met en effet en avant que l'évolution du taux de nitrates sur des captages faisant l'objet d'arrêté de DUP est similaire à celle constatée sur ceux n'en possédant pas (Buisson, 2007). En revanche, cette même étude met en avant l'impact positif des périmètres sur les pollutions ponctuelles. Un volet de ce travail concerne plus particulièrement des captages du massif armoricain et montre néanmoins que la modification des pratiques ou du mode d'occupation des sols à l'intérieur des périmètres s'avère efficace contre les pollutions diffuses. Il convient aussi de nuancer ces résultats par rapport à la qualité initiale de la ressource. Si une eau est à la base de très bonne qualité, il est effectivement probable que l'implantation d'un périmètre de protection n'influe pas beaucoup sur celle-ci mais joue en revanche un rôle important dans la prévention des pollutions en assurant une certaine pérennité de la qualité.

Ces constats mettent l'accent sur un autre aspect de la protection des points de captages : les servitudes induites par l'arrêté de DUP à l'intérieur des périmètres. Celles-ci, qui permettent d'ajuster la réglementation générale au contexte local, sont en effet un point clé dans la reconquête de la qualité de l'eau.

2.4.3. Les servitudes à l'intérieur des périmètres de protection de captages

Les servitudes représentent la possibilité de préciser les contraintes induites par les prescriptions générales en les adaptant au contexte de chaque ouvrage. Elles peuvent concerner soit les propriétaires des parcelles incluses dans les périmètres de protection, soit les exploitants de ces dernières.

Aussi, les contraintes induites représentent souvent une perte de revenu pour les personnes concernées et font dans ce cas l'objet d'indemnités. Ces dernières sont versées par la collectivité distributrice d'eau et sont évaluées selon la situation existante l'année précédant la mise en place de l'arrêté de DUP. Ces procédures d'indemnité sont éligibles dans le cadre de subventions. L'évaluation des indemnités se faisant au niveau départemental, elles sont très hétérogènes sur le territoire et leur application fait l'objet de critiques. Ainsi, ces indemnités font partie des facteurs bloquants dans la démarche de protection des captages, soit par leur non application, leur caractère temporaire, ou leur trop faible estimation (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1999a). De plus, l'indemnité des servitudes n'est pas une garantie de leur respect car elle n'implique pas la signature d'un contrat entre les deux parties et aucun contrôle n'est généralement effectué dans l'application et le suivi de celles-ci.

2.4.4. Le point de vue forestier

Peu de prescriptions concernent directement le milieu forestier dans les arrêtés préfectoraux de DUP. En effet, la réglementation applicable dans les périmètres de protection de captage, notamment pour tout ce qui concerne la création d'installations, de bâtiments, l'usage de produits phytosanitaires ou encore d'engrais fait de la forêt un mode d'occupation des sols propice au respect des contraintes. De plus, dans le cadre de boisements existants, ceux-ci doivent être classés en espaces boisés à conserver, leur suppression étant ainsi rendue impossible.

Parmi les prescriptions contenues dans les arrêtés de DUP, un point peut toutefois poser problème lors d'une opération de boisement. En effet, certains arrêtés de DUP interdisent tout travail du sol dans le périmètre rapproché sensible. Pourtant, la réussite d'une plantation dépend notamment de cette étape et il est précisé dans ces mêmes arrêtés que les parcelles du périmètre sensible doivent être mises en prairies ou boisées. Cette interdiction fait donc certainement référence à l'activité agricole et non au boisement. Ainsi, il

faudrait veiller à inclure une clause particulière dans le cadre d'une plantation afin de régulariser ces travaux qui sont malgré tout entrepris.

En revanche, certaines prescriptions mériteraient d'être ajoutées concernant la gestion forestière afin de préserver au mieux la qualité des eaux.

En effet, s'il est précisé que l'exploitation des bois est autorisée mais doit être réalisée dans des conditions « non polluantes », peu, voire aucune contrainte ne s'applique à l'entretien des cloisonnements ou à la création de chemins forestiers. Or, un simple passage mécanisé (ce qui est couramment effectué entre les lignes de plantation) peut s'avérer polluant. Celui-ci engendre effectivement des rejets de lubrifiant et de carburant et, dans le pire des cas, peut provoquer une fuite accidentelle de ces produits si le matériel est défectueux. Préconiser l'usage de biolubrifiants et de carburants écologiques semble une première alternative pour diminuer l'impact de l'entretien des lignes. Le contrôle des machines doit aussi être une priorité afin d'éviter une pollution conséquente. De plus, préférer une intervention manuelle à des travaux mécanisés paraît en accord avec l'objectif de protection de la ressource. Toutefois, le coût de cette intervention serait fortement augmenté et cela paraît difficilement envisageable. Aussi, des modes de débardage alternatifs sont généralement adaptés.

De même, excepté si l'on considère que le bois est une « matière susceptible d'altérer la qualité des eaux », il n'y a pas de restriction quant au stockage des grumes. Or, cela induit généralement une concentration des passages d'engins sur un même site. Il semble donc cohérent d'éviter toute place de dépôt, même temporaire, au sein du périmètre de protection rapprochée.

En outre, aucune clause ne fait référence à la gestion à adopter. Or celle-ci peut avoir des conséquences non négligeables. Il est bon de se référer aux préconisations du cahier des charges pour le boisement des périmètres de protection (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1997) quant à la sylviculture à adopter, c'est-à-dire préférentiellement la futaie irrégulière⁷. Toutefois, il est avant tout important que ces boisements fassent l'objet d'une gestion attentive. En effet, sans intervention, les peuplements risquent de se densifier et de devenir des foyers potentiels d'incendie. Or cette préoccupation n'est jamais évoquée dans les documents de DUP. Pourtant, un feu pourrait avoir des conséquences désastreuses sur la qualité de l'eau.

A l'inverse, les coupes rases ne sont généralement pas interdites. Pourtant, elles provoquent une brusque mise en lumière du sol et augmentent ainsi très fortement la minéralisation de la biomasse au sol, mécanisme producteur d'azote (Combe et Rosselli, 2002). De plus, un sol nu est plus sensible au lessivage des éléments fins, ce qui est néfaste pour la qualité de l'eau. De la même manière, la quantité de bois mort n'est pas soumise à restriction alors qu'elle représente une source de minéralisation.

Enfin, les activités cynégétiques, et notamment l'agrainage ou l'introduction d'espèces devraient être réglementées afin d'éviter toute pollution supplémentaire.

Quant au cas de périmètres de protection récents ou pas encore en place, il est particulièrement important de transmettre convenablement l'information. En effet, la présence de captages doit absolument être signalée, soit dans un document largement diffusé (dans le cadre d'un organisme comme l'ONF), soit sur le terrain par des panneaux ou affiches (dans le cadre d'une forêt privée où les acteurs sont divers). Les ouvrages et leurs positions doivent être intégrés à l'aménagement ou au plan de gestion et des préconisations spécifiques doivent leur être associées.

En outre, la création d'une base de données globale recensant les forêts concernées par des captages ainsi que l'ensemble des documents réglementaires les concernant apparaît d'un grand intérêt pour un organisme comme l'ONF. Cette base de données doit être actualisée régulièrement et transmise à tous les personnels. Ainsi, ils peuvent s'y référer et prendre pleinement connaissance des contraintes induites par la présence des ouvrages.

Enfin, si les arrêtés prévoient peu de prescriptions relatives aux activités forestières, il existe à l'ONF deux outils qui réglementent ces activités dans les zones sensibles, notamment dans le cadre de la protection de la ressource en eau. Le premier est le règlement national d'exploitation forestière, qui préconise notamment l'utilisation de biolubrifiant dans les périmètres de protection ou encore la mise en place de dispositifs appropriés pour franchir les cours d'eau. Le second outil est un document à l'initiative de chaque agence qui fixe des clauses environnementales pour les travaux. Celles-ci insistent particulièrement sur les déversements accidentels de fluides qui doivent être prévenus, et corrigés si besoin, par l'entrepreneur.

⁷ Les préconisations sylvicoles sont abordées plus en détail au point 3.1.2. de ce mémoire.

III. Étude de l'impact des boisements sur la qualité de l'eau

3.1. Problématique et objectifs

3.1.1. La forêt et l'eau, pourquoi boiser ?

La forêt et l'eau sont intimement liées. Aussi, s'il est avéré que cette dernière est nécessaire à la vie de l'arbre, maintes questions subsistent quant au rôle des peuplements par rapport à l'eau. Existe-t-il un impact de la forêt sur le niveau de précipitations ? Les arbres régulent-ils l'écoulement d'eau ?... De nombreuses études ont tenté d'y répondre (Hurand et Andreassian, 2003 ; Andreassian, 2008 ; Cosandey, 2006...). Toutefois, les arguments actuels sont insuffisants pour apporter une réelle conclusion. Il est néanmoins avéré que le couvert forestier modifie le cycle hydrologique en accentuant l'interception et l'évaporation, diminuant donc la quantité d'eau au sol. Mais, bien que cette quantité d'eau au sol soit moindre, le système racinaire des arbres permet une meilleure infiltration et augmente ainsi la recharge des nappes (Musy, 2002).

Aussi, l'impact des boisements de périmètres de protection de captages sur la qualité des eaux est une problématique souvent soulevée par les acteurs des collectivités ou les gestionnaires forestiers concernés. Cet intérêt pour les espaces forestiers dans la reconquête de la qualité de l'eau et sa protection est relativement récent, et, malgré les questions en suspens, les acteurs de l'eau préconisent de plus en plus souvent l'implantation de nouveaux captages d'eau potable en forêt (Pereira, 2008). En France, 800 000 ha de forêts publiques sont compris dans les périmètres de protection des captages d'eau potable (ONF, 1999). Toutefois, la préconisation des boisements dans ce cadre relève plus actuellement de règles empiriques fondées sur le bon sens que d'une mise en oeuvre découlant de résultats de recherches (Charnet, 2004a).

Des outils à l'interface forêt et eau

La politique nationale, prenant de plus en plus compte les questions environnementales, a permis le développement d'outils mettant en relation l'eau et la forêt. Ceux-ci se déclinent à plusieurs échelles.

L'échelle la plus large concerne les SDAGE, qui énoncent des grands principes de gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques sur six grands bassins français. Certains de ces principes prennent en compte la forêt dans le cadre de la gestion de l'eau. L'équivalent de ces documents au niveau forestier est représenté par les orientations régionales forestières (ORF). Celles-ci énoncent les grands principes de gestion forestière à l'échelle de chaque région française, certains prenant en compte l'eau.

A une échelle plus locale interviennent les SAGE et les chartes forestières de territoire (CFT). Les premiers, déclinaisons du SDAGE à l'échelle d'un bassin versant, peuvent intégrer des actions forestières. Quant aux CFT, récemment expérimentées, elles permettent aux forestiers de fédérer des programmes d'action à l'échelle d'un territoire en abordant l'ensemble des fonctions liées à la forêt. Les enjeux ayant trait à l'eau en font bien évidemment partie intégrante.

Une étude portant sur l'ensemble des SDAGE et ORF en vigueur a permis de mettre en évidence les principales fonctions reconnues aux formations boisées pour préserver ou contribuer à la qualité de la ressource en eau (Bardy et al., 2004). Parmi celles-ci se trouve la protection des captages d'eau potable. Les ORF de la région Midi-Pyrénées, en concertation avec les acteurs de l'eau, proposent même des zones préférentielles de reboisement pour lutter contre la pollution par les nitrates. En revanche, au niveau des eaux souterraines, à l'exception du SDAGE Rhin-Meuse et des ORF Île-de-France, aucun document n'explicite ce rôle protecteur.

Bien que se révélant complémentaire, ces outils et leurs acteurs œuvrent souvent de manière divergente avec d'un côté la forêt et de l'autre l'eau. Ces deux parties sont presque exclusivement liées lors de projets ponctuels ou projets de territoire. Le projet LIFE Eau et Forêt⁸ est un exemple de coopération qui permet notamment d'établir des relations financières entre ces deux domaines (Ferry, 2004a).

⁸ Le projet LIFE Eau et Forêt est la composante française du projet LIFE « forests for water » associant la Suède, le Royaume-Uni et la France. Celui-ci vise à promouvoir un rapprochement entre les acteurs de l'eau et ceux de la forêt afin d'expérimenter les contributions possibles de la forêt à l'atteinte du « bon état écologique » des eaux préconisé par la DCE.

La qualité des eaux en milieu forestier (ONF, 1999)

Les eaux situées en forêt sont généralement de très bonne qualité. En effet, si les activités agricoles et le développement industriel se sont intensifiés depuis plusieurs décennies, entraînant une augmentation considérable de la pollution des eaux souterraines et superficielles, la ressource est relativement préservée sous couvert forestier.

Deux raisons sont principalement invoquées pour expliquer ce phénomène :

- les peuplements permettent de limiter l'érosion et donc la quantité de matériaux transportée par les cours d'eau ;
- l'utilisation de fertilisants et de produits phytosanitaires est nulle ou extrêmement limitée.

Ces deux facteurs, associés à une gestion sylvicole attentive, permettent de protéger efficacement la qualité des eaux.

De plus, dans certaines conditions, les zones boisées deviennent des filtres efficaces et peuvent avoir, en plus d'un rôle préventif, une action curative naturelle au niveau notamment des nitrates, phosphore et herbicides provenant de parcelles non forestières.

Il est à noter qu'en plus du peuplement en place, les caractéristiques géologiques et pédologiques du milieu influent fortement sur la qualité des eaux.

En effet, bien que la forêt apparaisse généralement comme une assurance de qualité, certaines stations⁹ forestières libèrent naturellement des quantités non négligeables de substances solubles issues du cycle biogéochimique. Les nitrates en font partie et un écosystème forestier peut en rejeter jusqu'à 50 kg/ha/an (Charnet, 2004a).

Le rôle épurateur de la forêt

La qualité des eaux dépend surtout de l'occupation des sols et des pratiques dans le bassin versant en amont. Aussi, la première étape qui doit être mise en oeuvre afin de reconquérir cette qualité dans le cas d'une eau proche de parcelles agricoles est une modification des pratiques culturales. Le boisement intervient en complément de cette modification en réduisant la charge polluante qui se déverse dans le cours d'eau ou qui infiltre les nappes souterraines (ONF, 1999).

Plusieurs études ont été menées dans cette optique, notamment sur les nitrates. Il a été démontré, particulièrement dans le cas des ripisylves, qu'en effet, le boisement joue le rôle de « zone tampon » et peut diminuer la charge annuelle en nitrates de 68 à 100 % pour une nappe superficielle et de 78 à 98 % dans une eau de ruissellement (Balent et Deconchat, 1994). Ces études avancent plusieurs facteurs prépondérants dans le rôle épurateur des boisements :

- la largeur de la formation boisée. Tous les auteurs ne s'entendent pas sur la largeur « efficace » du peuplement. Une largeur de 10 à 20 mètres semble être particulièrement adaptée en permettant l'épuration d'environ 80 % des polluants (Wasson, 2008). Ce facteur est variable selon le mode d'occupation des sols, la teneur en nitrates des eaux de ruissellement, la nature du sol...
- le prélèvement par les racines des végétaux. En effet, en période de croissance, le système racinaire des plantes absorbe directement les nitrates, qui, une fois réduits, constituent l'essentiel des structures végétales. Ce processus peut permettre d'éliminer plus de 99 % des nitrates lors du passage de l'eau dans une forêt alluviale (Wasson, 2008). Néanmoins, l'azote prélevé par la végétation est à 80 % relargué lors de la minéralisation de la litière et ne constitue donc qu'un processus temporaire de rétention (Berthelot, communication personnelle). L'effet filtre d'un peuplement feuillu est minimal au début du printemps et maximal pendant la période de végétation (Knauer et Mander, 1989).

Des études similaires ont de plus été effectuées sur le rôle des haies. Quelques expérimentations réalisées dans le bassin versant de la lagune de Venise (Franco et al., 1996) ont ainsi mis en évidence une diminution de 80 % du flux d'azote pour les eaux de surface et 50 % de la concentration en azote dans les eaux de nappes depuis l'implantation de haies.

⁹ Une station est une étendue de surface variable présentant des conditions écologiques homogènes du point de vue du climat, de la géologie, du relief, du sol et de végétation naturelle.

En outre, il est à noter que le sol peut être le siège d'une dénitrification microbienne, principalement lors des périodes de hautes eaux. En effet, cette montée des eaux crée des conditions anaérobies propices à l'activité des bactéries qui prélèvent alors les nitrates (NO_3) et les réduisent afin d'obtenir l'oxygène nécessaire à leur synthèse carbonée. Ce processus de dénitrification libère généralement de l'azote gazeux mais il peut parfois produire du protoxyde d'azote (N_2O), un gaz dont l'effet de serre est supérieur au CO_2 . La dénitrification bactérienne est le seul processus permettant l'élimination définitive des nitrates dans le sol (Curie, 2008). Les sols peu filtrants sont les plus favorables à ce processus (Merot et al., 1994).

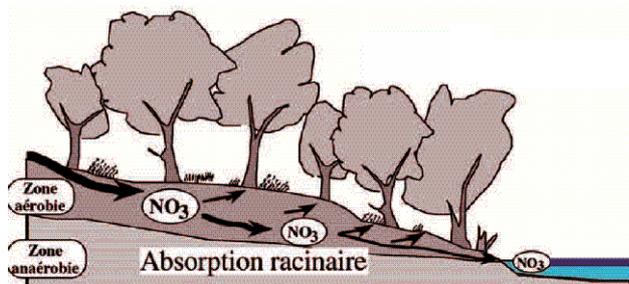


Figure 5. Processus de prélèvement des nitrates par une forêt alluviale (Source : Wasson, 2008)

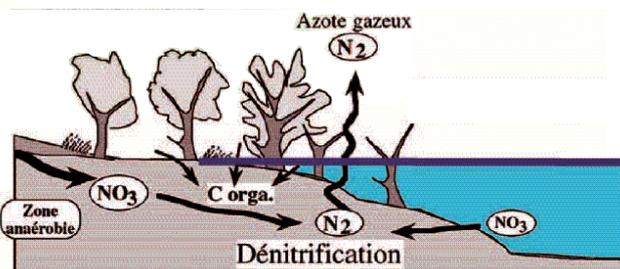


Figure 6. Dénitrification par activité microbienne lors de la période des hautes eaux (Source : Wasson, 2008)

Bien qu'aujourd'hui reconnue, l'efficacité des ripisylves reste encore à démontrer à l'échelle des bassins versants. En effet, même si certaines études, comme celles permises par le programme PIREN¹⁰ sur le bassin de la Seine, annoncent une rétention moyenne des nitrates de 20 %, l'effet de la végétation est particulièrement difficile à quantifier (Curie et al., 2008). Ainsi, pour cette dernière étude, la rétention des nitrates due à la végétation est considérée comme négligeable à l'échelle du bassin.

En outre, selon les contextes, une autre question se pose quant à l'efficacité d'une formation végétale pour épurer les eaux : un couvert boisé est-il plus efficace qu'un couvert herbacé ? Le service américain de conservation des ressources naturelles (NRCS) avance qu'une formation intermédiaire composée de bandes mixtes alternées semble être la solution la plus efficace (Tjaden et Weber, 1997). En effet, les bandes enherbées permettraient de disperser les écoulements de surface et d'intercepter une première vague de polluants alors que les bandes boisées joueraient le rôle de filtre épurateur en fixant les nutriments.

Toutefois, une forêt alluviale ne remplit pas toujours ce rôle épuratoire. En effet, il est important de garder à l'esprit que les conditions pédologiques naturelles ont un fort impact sur les fonctions du peuplement. Pour bien remplir leur rôle, les arbres doivent avoir facilement accès à la nappe (Piégay et Pinay, 2004). En outre, Piégay et Pinay (2004) soulignent qu'une bonne étude de boisement pour améliorer la qualité de l'eau doit prendre en compte le fonctionnement du cours d'eau. Certaines zones humides peuvent effectivement répondre à un objectif de dénitrification et il est important de les prendre en compte en réfléchissant à ce qui est possible pour augmenter ce potentiel dénitrificateur.

Forêt et eutrophisation

L'eutrophisation est une forme naturelle de pollution principalement due aux rejets phosphorés. Aussi, si le nitrate peut être définitivement éliminé par sa transformation en azote gazeux, le phosphate reste dans le système où il est recyclé en permanence (Piégay et Pinay, 2004).

Ce problème est recensé dans le bassin de la Loire où des préconisations telles qu'une déphosphatation en station ou encore l'utilisation de lessives sans phosphate sont appliquées dans les zones critiques. Toutefois, une réduction de 90 % de ces apports serait nécessaire pour être efficace (Garnier et al., 1998).

Néanmoins, une concentration en phosphore élevée n'est pas systématique pour que l'eutrophisation se manifeste. D'autres facteurs environnementaux sont en effet favorables à son développement :

- une température élevée et un fort éclaircissement ;
- un courant faible et une faible variation du niveau d'eau ;
- de grandes surfaces réunissant les caractéristiques précédentes.

¹⁰ Le PIREN est un programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement.

Le boisement peut donc intervenir à ce niveau. En effet, celui-ci permet notamment de pondérer la température de l'eau et de réduire l'ensoleillement d'environ 25 % par rapport à la même zone déboisée (Piégay et Pinay, 2004). Aussi, le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse souligne qu'une réduction des apports phosphatés serait moins efficace contre les pollutions qu'une ripisylve (Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, 1996).

Ainsi, cet effet d'un peuplement rivulaire sur l'eutrophisation est plus important pour des cours d'eau de petite largeur pour lesquels les houppiers forment un écran efficace.

Le cas de l'Aulne et des bactéries fixatrices d'azote

En milieu forestier, deux types de bactéries fixatrices d'azote sont à distinguer : celles qui le font seules ou en association avec d'autres bactéries et celles qui vivent en symbiose avec les arbres. Ce sont ces dernières auxquelles nous allons particulièrement nous intéresser.

Ces bactéries, activées par des substances chimiques secrétées par les racines, infectent ces dernières en pénétrant dans leur écorce. Cette infection provoque une intensification de la division cellulaire de l'écorce, créant ainsi de petites boursouflures appelées nodosités (Campbell et Reece, 2007). Les bactéries synthétisent alors les substances azotées alimentant la plante tandis que cette dernière leur fournit les substances carbonatées nécessaires à leur développement. Deux grands types de bactéries symbiotes sont recensés :

- les Rhizobium, qui sont spécifiques aux légumineuses (famille des Fabacées). Certaines plantes forestières comme les ajoncs et les genêts peuvent être concernées ;
- les Actinomycètes, qui peuvent se lier à plusieurs angiospermes. Parmi celles-ci, nous retiendrons particulièrement les Aulnes et notamment l'Aulne glutineux.

En effet, les Aulnes sont des végétaux connus pour développer des nodosités fixatrices d'azote. De plus, l'Aulne glutineux est une essence adaptée aux sols constamment alimentés en eau (Rameau et al., 1989) et paraît donc convenir aux environnements des captages d'eau. Bien que n'étant pas directement préconisée dans le cahier des charges pour le boisement des terres situées en périmètre de protection (Agence de l'eau, 1997), elle est fréquemment employée. Cette essence a en outre l'avantage d'être héliophile pionnière et donc de très bien réagir lorsqu'elle est implantée sur sol nu. Elle peut donc rapidement recréer une ambiance forestière, objectif cher aux boisements de protection.

En revanche, si l'aulne est réputé pour sa forte capacité de fixation de l'azote, le phénomène inverse s'enclenche lorsque les peuplements sont travaillés sylvicolement ou lorsque les arbres meurent. C'est en effet une essence pionnière qui colonise naturellement des espaces non peuplés et qui améliore le sol pour permettre l'installation d'autres essences plus pérennes. Ainsi, cette capacité fixatrice permet à l'aulne d'enrichir le sol en azote (Pointereau, 2001). Cette activité peut produire jusqu'à 120 unités d'azote¹¹ à l'hectare, induisant ainsi de sérieux problèmes pour la qualité de l'eau.

Dans un cycle de succession naturelle des essences, ce phénomène d'enrichissement du sol est progressif et peut être compensé par l'absorption racinaire induite par l'installation des nouveaux peuplements post-pionniers. Ce n'est en revanche pas le cas dans le cadre d'une plantation majoritairement composée d'aulnes. En effet, lorsque le peuplement atteint une densité importante et commence à se refermer, il faut agir pour le bon développement des arbres en effectuant une coupe d'éclaircie. Cette éclaircie provoquera la restitution brutale de l'azote stocké pendant les premières années par les aulnes et leurs bactéries, induisant un fort risque pour la qualité des eaux et provoquant l'effet inverse de ce qui était recherché.

Toutefois, l'aulne n'est pas une essence à exclure des projets de boisement des périmètres de protection de captage d'eau. En effet, si un peuplement majoritaire en cette essence est à proscrire, celle-ci peut présenter certains avantages en peuplements mélangés. L'aulne améliore le sol et peut donc permettre la réussite d'une plantation. Employée en essence d'accompagnement d'un peuplement objectif, elle peut donc être très intéressante car les arbres constituant ce dernier vont s'alimenter de l'azote produit par les aulnes. Le phénomène de production d'azote sera ainsi sans impact néfaste sur le milieu.

Un boisement de protection peut donc dans certains cas particuliers s'avérer néfaste pour la qualité de l'eau. L'exemple de l'aulne est particulièrement flagrant et il convient de se poser de telles questions avant

¹¹ Une unité d'azote équivaut à un kilogramme d'azote.

d'employer toute essence pionnière pour une plantation de périmètres de captage. Celles-ci, malgré l'attrait de leur croissance rapide, peuvent en effet s'opposer à l'objectif recherché.

3.1.2. Comment boiser ?

Les protocoles actuellement utilisés pour les boisements de périmètres de protection de captages sont inspirés du cahier des charges établi par l'agence de l'eau Loire-Bretagne, en collaboration avec l'ONF (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1997). Aucun cahier des charges plus récent, outre les initiatives locales, n'existe dans ce domaine.

L'installation d'un tel peuplement se fait généralement sur des sols anciennement agricoles. Aussi, des travaux préalables à la plantation sont nécessaires.

Traitement de la végétation existante

L'objectif de ces travaux est de diminuer la concurrence de la végétation en place (qui est bien souvent constituée de graminées). Selon l'occupation antérieure des parcelles, les travaux conseillés varient. En effet, sur d'anciennes cultures par exemple, le terrain est généralement désherbé et contient encore des résidus d'engrais et de pesticides, aucun traitement préalable n'est alors nécessaire. En revanche, si la parcelle est laissée en friche depuis quelques temps, la végétation existante doit être broyée. Le désherbage chimique ou tout procédé engendrant une mise à nu du sol est fortement déconseillé.

Travaux d'assainissement

Les zones de captages peuvent être sujettes à une stagnation des eaux en hiver pouvant provoquer l'échec de la plantation. Toutefois, la création de réseaux de drains ou fossés qui permettrait d'assainir la parcelle serait très néfaste pour la qualité de l'eau. En effet, cela accélérerait l'écoulement, agissant sur le niveau de la nappe ou, dans le cas de drains, concentrerait les éléments chimiques du sol au niveau des collecteurs. Dans des cas vraiment extrêmes, le billonnage peut être une solution. Cette technique concentre toutefois les eaux dans des sillons.

Travail du sol

Le travail du sol est, sauf cas particulier, nécessaire au bon développement des plants. Il permet d'augmenter le volume prospectable pour les racines, aère le sol et s'avère aussi efficace contre la concurrence herbacée. Toutefois, ce travail doit être localisé sur les lignes de plantation car il risque de provoquer une minéralisation de l'azote organique. De plus, les pluies peuvent alors plus aisément entraîner les nitrates et pesticides présents, ainsi que les éléments fins du sol, ce qui altérerait la qualité de l'eau au niveau du captage. En outre, la disparition brutale de la végétation herbacée peut provoquer une modification de la percolation de l'eau dans le sol et du ruissellement superficiel.

En conséquence, les travaux admis se limitent à un sous-solage sur 50 à 80 cm pour casser la semelle de labour et décompacter le sol le long des lignes de plantation uniquement. Si le sol est hydromorphe avec un risque d'asphyxie des plants en hiver, un billonnage sera envisagé et peut être complété par un labour partiel sur 30 à 50 % de la surface plantée.

Fertilisation

Dans un objectif de protection de la ressource en eau, toute fertilisation du sol est évidemment à bannir.

Le choix des essences

Les essences les plus proches de l'équilibre stationnel avec une bonne capacité de régénération naturelle ainsi qu'une longue durée de renouvellement évitant les phases de régénérations rapprochées sont à favoriser. De plus, le mélange d'essences permet d'obtenir un peuplement plus stable et favorise la biodiversité.

Enfin, à l'exception des stations impropres au feuillu, les essences feuillues seront privilégiées par rapport aux résineux en raison d'un bilan azoté plus propice à la protection des eaux.

Plantation

Outre le travail du sol, la réussite d'une plantation dépend du bon contrôle de la végétation concurrente (qui peut être obtenu par la pose d'un paillage individuel ou en ligne) et de la mise en place d'une protection anti-gibier adaptée. Le paillage en plein ainsi que le désherbage chimique sont à proscrire.

Dans le cadre d'un reboisement sur une ancienne terre agricole, il convient de limiter à une durée minimale la phase de transition. En effet, les fuites profondes de reliquats azotés dues à l'occupation antérieure des sols peuvent atteindre 100 kg/ha (Charnet, 2004b). L'impact d'une première plantation herbacée n'est pas à négliger pour piéger rapidement ces résidus. Des études de l'IDF en collaboration avec l'INRA ont montré que le seigle semble la plante la plus efficace pour atteindre cet objectif tout en limitant le problème des adventices¹² (Charnet, communication personnelle). De ce fait, un couvert herbacé peut apporter une protection aux plants forestiers sans être trop compétiteur pour l'eau.

Enfin, outre l'entretien mécanique qui se limitera aux bandes séparant les plantations, un dégagement manuel léger sur les lignes peut s'avérer nécessaire. Parfois, le maintien d'une végétation enherbée peu concurrentielle pour les plants permet de mieux répondre à la problématique de protection de la ressource en eau. En effet, elle contribue à l'utilisation de l'azote résiduel.

Les traitements sylvicoles

Le choix du modèle de sylviculture est particulièrement important dans la protection des eaux, notamment pour les générations ultérieures des peuplements mis en place. Différents modes de sylviculture peuvent être proposés, certains répondant de meilleure manière à cet objectif. Le contexte stationnel est néanmoins prépondérant et peut limiter la diversité d'essences envisageables, ce qui restreint les traitements sylvicoles possibles.

La ligniculture

Les productions intensives comme le taillis à courte rotation (TCR) ou à très courte rotation (TTCR) sont par exemple des systèmes peu conseillés pour répondre à un objectif de protection. En effet, ces cultures ayant pour but une production rapide de biomasse, elles amènent à utiliser des engrais et phytocides. De plus, ce traitement engendre une mise à nu régulière du sol, provoquant une augmentation du risque d'érosion et une brusque minéralisation des matières humiques du sol (Jenni, 2008).

La populiculture entre dans le même cadre. En effet, si les apports sont moindres, l'entretien mécanique ainsi que l'ouverture brutale du couvert en font une pratique à déconseiller.

Dans le sens où le taillis simple présente sensiblement les mêmes inconvénients, il n'est pas un mode de culture à favoriser. Toutefois, si son exploitation est menée en bandes et non en plein, ses effets néfastes peuvent être limités (Charnet, 2004b).

Ainsi, en raison des inconvénients présentés, le cahier des charges pour le boisement des terres situées en périmètre de protection de captage d'eau potable n'admet pas l'emploi d'essences à courte durée de renouvellement pour la production de biomasse ou la populiculture (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1997).

Le taillis sous futaie

Ce mode de traitement, de part le fait qu'il ne débouche jamais sur une ouverture totale, présente un faible risque pour la qualité des eaux.

La futaie régulière

Ce type de sylviculture regroupe de nombreuses essences et peut être pratiqué de diverses manières. Aussi, dans le cadre de futaies monospécifiques sur de grandes surfaces, il sera à éviter. Sur des peuplements en place, l'évolution vers une gestion par parquets permettra d'étaler les coupes dans le temps et dans l'espace, ainsi que d'amener une plus grande diversité (semis d'essences pionnières...) (Charnet, 2004b). La phase de régénération peut aussi être menée sur plusieurs années, ce qui permettrait de ne pas subir les effets néfastes d'une coupe rase que sont la mise à nu du sol et l'augmentation de la minéralisation provoquée par une mise en lumière brutale.

¹² Un adventice est une espèce végétale étrangère à la flore indigène d'un territoire dans lequel elle est accidentellement introduite et peut s'installer.

Dans le cas de futaies résineuses, l'objectif est de réaliser l'exploitation en plusieurs parties tout en favorisant la venue d'un sous-étage de feuillus avant la coupe définitive. Ainsi, un peuplement mélangé sera assuré et le sol ne sera pas mis à nu.

La futaie irrégulière

Ce mode de traitement sylvicole est le plus intéressant pour la protection de la qualité des eaux (Charnet, 2004b). En effet, le peuplement en place assure continuellement son rôle épurateur et le couvert est maintenu durablement.

3.1.3. Objectifs de l'étude

Le boisement des périmètres de protection de captages d'eau est une méthode très en vogue actuellement. L'Office national des forêts a un rôle important à jouer dans la mise en oeuvre de tels travaux. En effet, en conciliant la protection de la ressource avec d'autres fonctions comme l'accueil du public ou la production de bois, ils permettent la mise en valeur de la notion de multifonctionnalité des forêts. De plus, dans une région comme la Bretagne où le taux de boisement se situe aux alentours de 11 %, les plantations de périmètres de captage, bien qu'elles ne concernent pour l'instant que des surfaces relativement restreintes, sont un bon moyen d'augmenter la surface boisée.

Aussi, pour pouvoir réellement valoriser cette fonction de protection qui est communément attribuée à la forêt et répondre à l'objectif global qui est de comparer la qualité de l'eau d'un captage boisé par rapport à un captage non boisé, il convient de s'attarder sur certains points. En premier lieu, il semble effectivement important de déterminer le réel impact d'un boisement sur la qualité de l'eau par rapport à une activité agricole conventionnelle. En second lieu, nous tenterons de démontrer l'intérêt d'une opération de plantation par rapport à une agriculture respectant les servitudes des arrêtés préfectoraux de DUP. De plus, si l'impact positif du boisement est avéré, une question subsidiaire s'impose : dans quelle proportion a-t-on intérêt à créer une ambiance forestière pour reconquérir la qualité de la ressource en eau ? Enfin, si les sites d'étude le permettent, nous tenterons de déterminer quel type de peuplement semble le plus propice à cet objectif.

3.2. Choix des sites d'étude et protocole

3.2.1. Choix des sites d'étude

Le choix des sites est aussi primordial que difficile pour la réalisation de cette étude. En effet, la Bretagne compte de très nombreux petits aquifères, ce qui multiplie le nombre de zones potentiellement intéressantes. Ces zones doivent répondre à des critères particuliers. En effet, voulant comparer des sites boisés à d'autres qui ne le sont pas, il est nécessaire d'obtenir des « couples » de captages distincts. De plus, afin de limiter la variabilité des paramètres pouvant influencer sur la qualité de l'eau, j'ai choisi de sélectionner uniquement des duos très proches géographiquement, c'est-à-dire éloignés au maximum de 2 km. Je me suis donc basé sur une échelle communale. Fort heureusement, un premier stagiaire avait préalablement recensé tous les points de captages concernant l'Office national des forêts. Sur l'agence de Rennes, cela représente plus de 90 ouvrages. Aussi, au fil des discussions avec différents acteurs, un point important est ressorti à propos des politiques des collectivités. En effet, celles-ci, lorsqu'elles décident de boiser les périmètres de protection, ont généralement une volonté très affirmée et tendent à boiser l'intégralité de leurs sites. Il est ainsi difficile de réunir dans une même collectivité une zone boisée sous l'impulsion de celle-ci et une zone agricole. Sachant cela, j'ai donc ciblé mes recherches sur des communes possédant des forêts anciennes (souvent communales ou domaniales) où il est généralement possible d'associer quelques sites agricoles. Ceci m'a permis d'obtenir trente zones potentiellement intéressantes. Ensuite, appuyé par des documents des DDASS de chaque département et des contacts avec les collectivités concernées, douze sont ressortis comme répondant aux critères fixés. Après analyse plus fine, ce nombre est tombé à sept sites disséminés à travers la Bretagne, trois dans le Finistère, deux dans les Côtes d'Armor et deux en Ille et Vilaine.

3.2.2. Protocole

La base du protocole d'étude est la sélection des « couples » de sites. Ces derniers doivent donc être distants de moins de deux kilomètres afin que des paramètres tels que la pluviométrie soient homogènes. Les

captages doivent de plus être implantés dans un même contexte géologique, pédologique et, idéalement, topographique. En outre, le système d'exploitation doit être identique, le prélèvement de la ressource se faisant à une profondeur similaire.

A l'aide des observations de terrain et des rapports d'hydrogéologue, chaque captage fait l'objet d'une description attentive regroupant au moins les caractéristiques suivantes :

- Type d'ouvrage ;
- Profondeur ;
- Roche mère ;
- Sol (épaisseur et type de sol) ;
- Topographie ;
- Occupation du sol (activités agricoles, peuplements en place...) ;
- Hydrologie et alimentation ;
- Réglementation et prescriptions particulières.

Les données qualitatives au niveau des eaux brutes de chaque ouvrage font ensuite l'objet d'une demande écrite auprès du service santé-environnement des DDASS concernées. Elles sont si possible recueillies sur au minimum dix ans. Les paramètres pris en compte sont les nitrates, les pesticides et le phosphore.

Une étude comparative peut alors être menée sur chaque combinaison de captages en recherchant les causes de variation de ces différents paramètres et en tentant de répondre aux objectifs définis auparavant.

De plus, des informations complémentaires sur le vécu des propriétaires et usagers par rapport au statut de protection, la politique des collectivités, les coûts engendrés par ce statut ou encore les motivations de sa mise en place sont, quand cela est possible, intéressantes à étudier.

3.3. Résultats et analyses

Il est important de noter que l'ensemble des captages étudiés sont des ouvrages fonctionnant par gravité puisant la ressource dans des nappes peu profondes situées entre 1 et 6 m en dessous du sol. En outre, chaque combinaison de captages étudiée comporte des ouvrages situés sur un socle géologique identique et des sols comparables. Afin de mieux visualiser le contexte de chaque ouvrage, un fascicule complémentaire comprenant cartes et photos aériennes est disponible. La réglementation générale concernant la globalité des ouvrages est disponible en annexe 5 alors que les prescriptions spécifiques pour chacun d'eux sont incluses dans les descriptions particulières les concernant.

3.3.1. Commune d'Argol

Contexte général

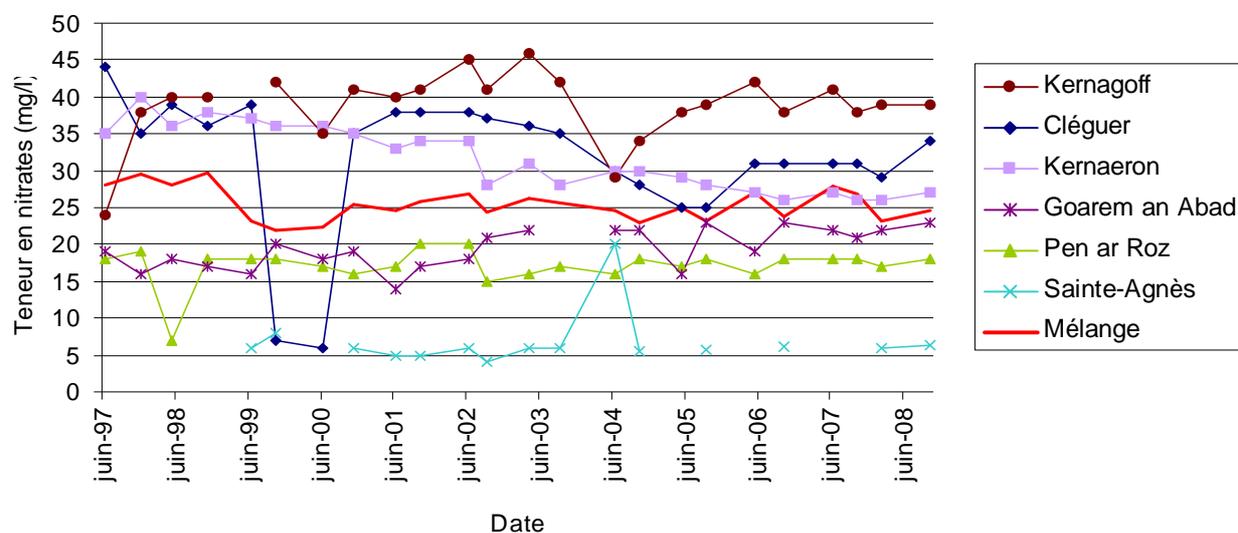
La commune d'Argol (Finistère) compte six sites de captages qui permettent d'alimenter plus de la moitié de la population de la presqu'île de Crozon (17 000 hab.). L'ensemble des sites captants est réuni sur une zone d'environ 1,5 km de rayon, certains se trouvant en forêt communale alors que d'autres sont situés dans des zones très majoritairement agricoles. Ils puisent la ressource à 3 m de profondeur en moyenne et sont sous le coup d'un arrêté de DUP depuis 2003. Les sites ont donc été retenus pour ces caractéristiques. La description complète est disponible en annexe 6.

Analyse des différents paramètres

Aucune trace de pesticide n'a été détectée lors des analyses réalisées par la DDASS. De plus, aucune donnée sur le paramètre phosphore n'est disponible, nous ne nous intéressons donc qu'aux nitrates.

La teneur moyenne en nitrates est relativement stable sur les captages d'Argol et est d'environ 25 mg/l sur les dix dernières années. La qualité du mélange des eaux distribué est donc bonne et en deçà de la limite réglementaire des 50 mg/l. Il semble de plus important de remarquer que les sites présentant les teneurs en nitrates les plus élevées ont vu ces dernières amorcer une diminution aux alentours de l'année 2003, date à laquelle a été émis l'arrêté préfectoral de DUP.

Un captage se démarque par l'excellente qualité de son eau. En effet, le site de Sainte-Agnès présente une teneur moyenne en nitrates de 7 mg/l. La grande majorité (70 %) du périmètre de protection rapprochée A de l'ouvrage est située en forêt communale, soit sous un peuplement déjà ancien et bien en place composé majoritairement de pins maritimes. Cet environnement semble expliquer la bonne qualité de l'eau prélevée.



Graphique 1. Évolution de la teneur en nitrates des captages de la commune d'Argol (Communauté de communes de Crozon, Finistère). (Source : DDASS 29)

Si l'on se base sur la teneur moyenne globale de 25 mg/l, les sites se divisent en deux groupes de trois captages. Le premier groupe, sous cette limite, est composé des ouvrages de Sainte-Agnès, Pen ar Roz et Goarem an Abad. Le second est constitué des sites du Cléguer, Kernaeron et Kernagoff.

Il est important de noter que l'ensemble des terrains agricoles situés en périmètre de protection rapprochée A est exploité depuis la divulgation de l'arrêté en prairie fauchée.

Les sites de Pen ar Roz et Goarem an Abad bénéficient du même périmètre rapproché A. Ils sont localisés en aval de la forêt communale. Alors que les deux sites présentaient une qualité similaire jusqu'en 2002, force est de constater que la concentration en azote de Goarem an Abad est en légère augmentation. Ceci est à priori difficile à expliquer. Il existait néanmoins une décharge communale à l'amont de ce site qui n'est plus exploitée (exploitation supprimée par l'arrêté de DUP). Toutefois, la commune y dépose encore de la terre qui pourrait être à l'origine de la légère augmentation de la teneur en nitrates. En effet, si celle-ci contient des éléments polluants, il est possible que, par lessivage, les eaux de pluies permettent à ces molécules de s'infiltrer dans la nappe. L'activité du centre de vacances à proximité de l'ouvrage ou encore l'exploitation forestière peuvent aussi participer à l'augmentation de la concentration en nitrates. Mais cela paraît négligeable, d'autant qu'aucune coupe n'a été effectuée récemment dans le secteur et que le contrôle des installations sanitaires du centre de vacances est une préconisation particulière de l'arrêté de DUP. La position des ouvrages semble en tout cas stratégique par rapport au rôle de protection joué par la forêt qui constitue la partie amont du périmètre de protection rapprochée. C'est sans doute en partie la raison pour laquelle ces deux sites présentent une eau de bonne qualité vis-à-vis du paramètre nitrate.

Les sites de Kernagoff et de Kernaeron sont quant à eux situés dans des périmètres de protection rapprochée A uniquement agricoles.

Les prélèvements effectués à Kernagoff révèlent une importante teneur en nitrates (39 mg/l en moyenne). Cette zone, par sa position géographique et topographique, semble être la plus exposée à des risques de pollution potentielle. En effet, elle est située en milieu agricole mais elle est aussi localisée en aval du bourg d'Argol et de quelques bâtiments agricoles, même si ces derniers ne sont pas inclus dans le périmètre rapproché A. En outre, l'agriculteur de Kernéron, en amont des ouvrages, avait pour vocation la production laitière. Bien qu'il ne soit plus en activité aujourd'hui, ses bâtiments n'étaient pas satisfaisants lors de la divulgation de l'arrêté. Toutes ces raisons sont certainement inhérentes au taux de nitrates élevé des eaux prélevées sur ce site.

Les pollutions azotées du site de Kernaeron sont en constante diminution. En effet, la teneur en nitrates des eaux prélevées dans cette zone est passée de 40 mg/l en 1997 à 26 mg/l aujourd'hui. Cette tendance est certainement due au passage en prairie fauchée qui a eu lieu lors de la divulgation de l'arrêté, mais aussi à la sensibilisation des agriculteurs lors de l'étude préalable à la mise en place de ces périmètres en 1996.

Enfin, les captages du Cléguer, malgré leur implantation sous couvert forestier, présentent un taux de nitrates loin d'être satisfaisant (32 mg/l en moyenne). Toutefois, un regard plus attentif sur l'entourage des ouvrages nous permet de constater que seul l'aval du périmètre de protection rapprochée A les concernant est situé en forêt. En revanche, l'amont de ce dernier, zone que l'on peut penser la plus importante au niveau de la filtration des polluants, est en milieu agricole, ce qui expliquerait le taux de nitrates élevé. En effet, si les parcelles situées dans le périmètre de protection rapproché A sont exploitées en prairie fauchée, certains terrains un peu plus en amont sont cultivés de manière plus conventionnelle, soit avec du maïs et du blé. Ces dernières cultures subissent donc des apports de fertilisants et de pesticides. On peut alors penser que le périmètre de protection n'est pas assez étendu et aurait du englober le versant jusqu'à la ligne de crête pour éviter tout risque de contamination.

Si l'on synthétise, on peut avancer que les sites à dominante forestière présentent une eau de meilleure qualité par rapport à ceux localisés en milieu plutôt agricole, particulièrement quand la forêt représente la zone amont des ouvrages et que son rôle présumé de filtration est pleinement ressenti. Le peuplement, bien que principalement composé de pins maritimes sur un sol de type brun relativement drainant, semble donc avoir un impact positif sur la teneur en nitrates de l'eau. Aucun effet n'est en revanche avéré sur les pesticides puisque nulle trace n'est détectée dans les prélèvements.

En plus d'un mode durable d'occupation des sols, la forêt semble ainsi influencer positivement sur la qualité de l'eau des captages de la commune d'Argol. En effet, comparés à des prairies fauchées, les boisements anciens de la forêt communale permettent d'atteindre un taux de nitrates bien inférieur. Toutefois, il convient peut-être de nuancer cette conclusion si l'on considère que l'arrêté préfectoral, et donc les prescriptions, ne datent que de 2003. Aussi, il est difficile de savoir si les sols accueillant les prairies ont été totalement purifiés des résidus de l'activité ancienne dont ils étaient l'objet. On pourrait croire que c'est le cas lorsque l'on constate la relative stabilité des teneurs présentées par les eaux puisées dans ces parcelles depuis 3 ans mais le recul nécessaire sur ce paramètre n'est pas assez important pour l'affirmer.

Enfin, les ouvrages étant implantés sur une même nappe, il est possible d'estimer l'impact réel du milieu forestier entre les captages du Cléguer et celui de Sainte-Agnès. En effet, la teneur en nitrates des eaux est respectivement de 31,5 et 6,8 mg/l en moyenne. Sachant qu'une distance de 800 m environ les sépare, la diminution de cette teneur imputable au milieu forestier est donc de 0,03 mg/l/m.

3.3.2. Commune de Saint-Jacut-du-Mené

Contexte général

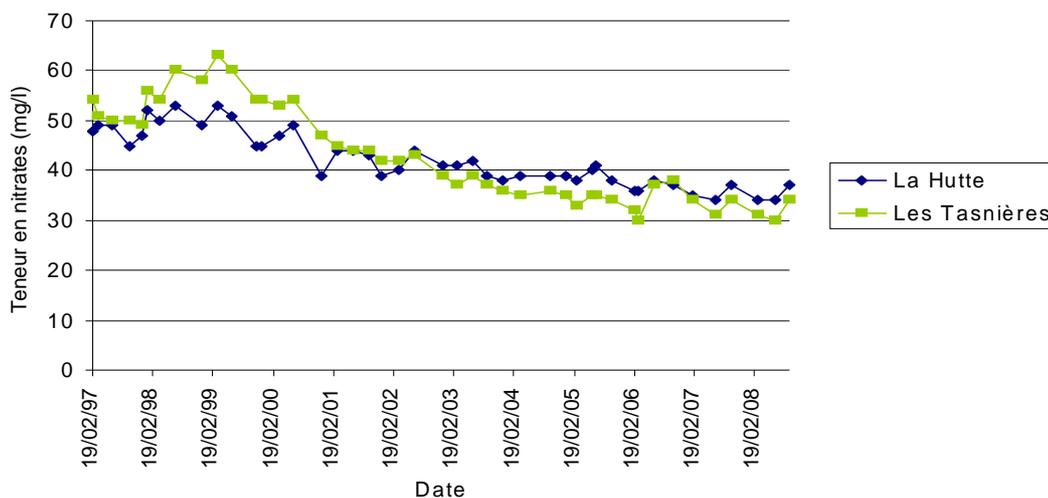
Le syndicat des eaux de la Hutte dispose de deux captages (sites de la Hutte et du pré des Tasnières, puisant l'eau entre 3 et 6 m) pour alimenter environ 3 000 habitants. Ceux-ci sont bien distincts mais présents sur une même zone avec un périmètre de protection rapprochée commun (l'arrêté de DUP date de septembre 1997). Le site était à l'origine agricole et a été acquis par le syndicat des eaux il y a quinze ans. Ce dernier, constatant une qualité moyenne de la ressource prélevée, a décidé de boiser les terrains en sa propriété, principalement en hêtre, chênes, charme et pin sylvestre, pour tenter de reconquérir cette qualité. Cette opération est-elle un succès. Une description détaillée de la zone est disponible en annexe 7.

Analyse des différents paramètres

Les ouvrages situés sur la commune de Saint-Jacut-du-Mené sont protégés par deux périmètres de protection rapprochée sensibles limitrophes mais distincts englobés dans un périmètre complémentaire unique.

Le site du Pré des Tasnières est boisé à plus de 75 % depuis 1997, la partie restante étant plantée depuis mars 2009. Le périmètre sensible de la Hutte a quant à lui été boisé dans son intégralité lors de la première session de travaux en 1997.

Le graphique 2 met en avant une forte régression de la teneur en nitrates depuis 1999. Cette dernière a très fortement diminuée de 1999 à 2003 passant de 55 mg/l en moyenne à moins de 40 mg/l, puis plus faiblement entre 2004 et 2006 pour enfin conserver une valeur moyenne stable de 35 mg/l entre 2006 et aujourd'hui. Les deux zones présentent une évolution identique de la qualité de leurs eaux, avec un scénario un peu plus contrasté pour le site du pré des Tasnières.



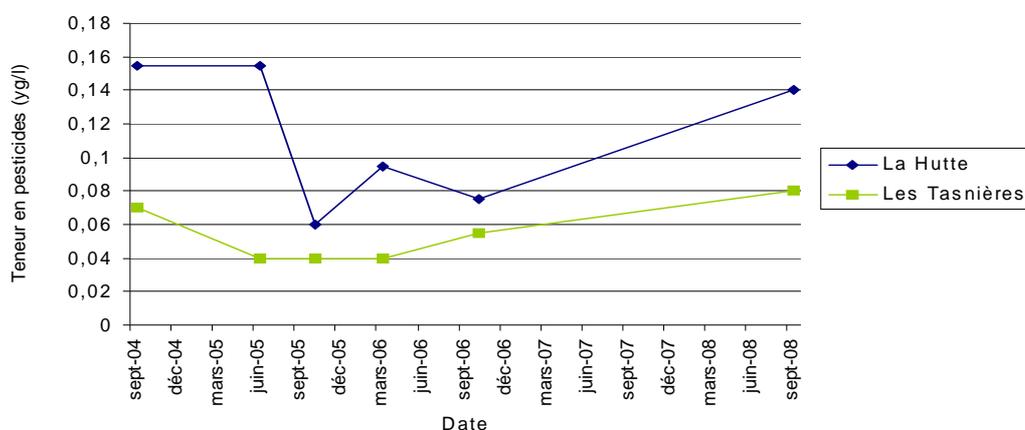
Graphique 2. Évolution du taux de nitrates dans les eaux des captages du syndicat des eaux de la Hutte (Commune de Saint-Jacut-du-Mené, Côtes d'Armor). (Source : DDASS 22)

Cette évolution de la teneur en nitrates semble typique du protocole de plantation actuellement utilisé à l'Office national des forêts et même de manière plus générale. En effet, les premières années suivant la plantation, la concentration en éléments azotés augmente de quelques mg/l. Ceci est dû au travail du sol effectué préalablement au boisement qui libère des nitrates résiduels. Bien qu'un délai de 10 ans soit souvent oralement avancé avant de ressentir l'effet du boisement, cette phase s'étale sur seulement deux ans pour les captages de Saint-Jacut-du-Mené (de 1997 à 1999, augmentation de 14 mg/l). Ensuite, l'effet escompté du boisement apparaît et la teneur en nitrates décline jusqu'à atteindre une valeur à laquelle elle se stabilise (ici, environ 35 mg/l depuis 2006). Cette valeur correspond sans doute à un équilibre avec le milieu environnant les périmètres de protection. En effet, il est légitime de se demander, bien que l'intégralité du périmètre rapproché sensible soit boisé, pourquoi cette concentration ne passe pas sous les 30 mg/l alors qu'il est possible d'obtenir des résultats inférieurs à 10 mg/l en forêt. Il paraît important de garder à l'esprit que les ouvrages ne se situent justement pas en milieu forestier mais que cette ambiance a été créée sur une surface restreinte (une cinquantaine d'hectares pour cet exemple) et que l'activité agricole est très présente aux alentours. Aussi, cela remet en avant le problème de la proportion de surface à boiser pour compenser les effets de l'agriculture. Dans le cas des ouvrages de Saint-Jacut-du-Mené, les boisements suffisent à atteindre une qualité moyenne. Si l'on veut atteindre une eau d'excellente qualité à l'image de celle que l'on peut puiser en forêt, il est sans doute nécessaire d'accroître la surface boisée afin de protéger l'ensemble de la zone des intrants utilisés en milieu agricole.

Quant aux pesticides (Cf. graphique 3), le seul résidu détecté dans les eaux des sites de Saint-Jacut-du-Mené est l'atrazine déséthyl¹³, produit de dégradation de l'atrazine, aujourd'hui interdite (depuis le 30 juin 2003). Le seuil autorisé pour une seule molécule de pesticide dans une eau distribuée étant de 0,1 µg/l, les puits de la Hutte présentent des eaux nécessitant un traitement (la limite maximale pour les eaux brutes destinées à la consommation humaine est de 2 µg/l pour chaque substance, ce à quoi répond la ressource puisée). Toutefois, le mélange provenant des deux sites avant distribution permet de pallier ce problème.

¹³ L'atrazine déséthyl est un perturbateur endocrinien qui peut agir sur certaines fonctions fondamentales comme celles de reproduction. Cette molécule peut être éliminée par un traitement au charbon actif.

Les eaux de la Hutte contiennent parfois 3 fois plus d'atrazine déséthyl que celles du pré des Tasnières. Pourtant, ces sites présentent respectivement des taux de boisement de 100 % et 75 %, ce qui, si l'on en croit les avantages attribués au milieu forestier, devrait engendrer des résultats inversés. Cette observation inattendue semble toutefois assez aisée à expliquer. Il suffit en effet d'observer la carte de situation des captages (Cf. fascicule « cartes et photographies aériennes ») pour constater qu'un siège d'exploitation se trouve à proximité du périmètre de protection sensible des ouvrages de la Hutte alors que rien de tel ne se trouve aux alentours de celui du pré des Tasnières. La teneur en pesticides observée peut donc s'expliquer par la présence de ces bâtiments. Deux agriculteurs se partagent les terrains autour du captage de la Hutte. L'un fait de la culture associée à de l'élevage alors que le second possède des cultures de céréales à vocation industrielle. Cette dernière activité représente un risque non négligeable pour la qualité de l'eau, particulièrement en terme de traitements. La teneur en atrazine déséthyl constatée s'explique donc par des pratiques passées (car le produit est interdit depuis 6 ans) dont l'effet est encore visible, mettant en avant le problème de dégradation lente des molécules. Aussi, Mouvet et Baran (2005) estiment que le retour à une eau dépourvue de contamination par cette molécule nécessitera probablement plusieurs décennies.



Graphique 3. Évolution de la teneur en pesticides dans les eaux des captages du syndicat des eaux de la Hutte (Commune de Saint-Jacut-du-Mené, Côtes d'Armor). (Source : DDASS 22)

Quant à l'impact de l'établissement des boisements par rapport à la concentration en pesticides avant plantation, les données débutant en 2004, elles sont trop récentes pour pouvoir le définir.

Enfin, le phosphore contenu dans les eaux prélevées est indétectable avec les appareils de mesure employés, et ce quelque soit le site considéré. Il m'est ainsi impossible d'effectuer une quelconque comparaison.

Synthétiquement, l'exemple de Saint-Jacut-du-Mené permet de corroborer les propos tenus par nombre de spécialistes à propos de l'évolution de la teneur en nitrates lorsqu'un boisement est réalisé. Ce taux augmente tout d'abord avec le travail du sol préalable pendant quelques années puis diminue constamment lorsque les plantations sont bien en place. Le présent site permet toutefois d'espérer un délai beaucoup plus court que celui avancé habituellement entre les travaux de plantation et l'effet réel du boisement. De plus, force est de constater que lorsque la pression agricole est forte, il n'est pas possible d'atteindre une excellente qualité d'eau avec une surface restreinte de boisement. Cette surface semble ainsi être un paramètre important pour que l'effet du boisement soit optimal. Quant aux pesticides, le risque de cultures industrielles non loin d'un captage d'eau potable est mis en exergue.

3.3.3. Commune de Châteaulin

Contexte général

La commune de Châteaulin est notamment alimentée en eau par deux sites captants puisant la ressource entre 0,5 et 3 m qui semblent particulièrement intéressants pour l'étude. Ces deux sites sont dénommés Prat ar Rouz et Menez Kelec'h. Le premier, dont la commune détient environ 11 ha, est principalement constitué

de landes, prairies et friches alors que le second est en grande partie boisé et est propriété de particuliers, à l'exception du périmètre de protection immédiate (arrêté de DUP daté de décembre 1998), c'est pourquoi ils ont été retenus. Une description détaillée des sites est consultable en annexe 8.

Analyse des différents paramètres

Paramètre	Menez Kelec'h	Prat ar Rous
Nitrates (en mg/l)	3	12
Pesticides (en µg/l)	0	0
Phosphore (en mg/l)	0,05	0,05

Tableau 1. Résultats du prélèvement du 25/03/97 sur les captages de Châteaulin (Données DDASS 29)

Seul un prélèvement a été réalisé sur les sites de Menez Kelec'h et Prat ar Rous, pendant l'étude visant à mettre en place les périmètres de protection. Ainsi, la comparaison de ces deux sites est à considérer avec précaution.

Le taux de pesticides mesuré est nul sur chacun des sites. De plus, la teneur en phosphore est équivalente sur les deux zones, largement en deçà de la limite admissible des 5 mg/l. En outre, les mesures réalisées sur le mélange de ces eaux ne présentent actuellement aucune trace ni de pesticide ni de composé phosphoré. Le paramètre nitraté, respectivement de 3 et 12 mg/l, est ainsi le seul différenciant Menez Kelec'h et Prat ar Rous. Les mesures sont malheureusement ponctuelles et anciennes. Toutefois, les prélèvements effectués au niveau du mélange des eaux montrent que le paramètre nitrates se maintient depuis ce prélèvement à une teneur constante aux alentours de 7 mg/l. Ceci peut ainsi nous porter à croire que chacun des sites a maintenu la concentration en nitrates de ses eaux au même niveau depuis 1997.

Les deux sites ne sont pas soumis à l'activité agricole, la différence d'occupation des sols étant que celui de Menez Kelec'h est en grande partie boisé (70 %, le reste étant des landes et prairies) alors que celui de Prat ar Rous est principalement constitué de landes, prairies et friches. Les captages ont été repérés et le périmètre immédiat débroussaillé il y a seulement 2 ans, ce qui prouve le faible risque que représentent ces zones vis-à-vis des pollutions. En effet, l'entreprise Véolia, par une convention avec la commune de Châteaulin, est théoriquement chargée de l'entretien des parcelles attenantes aux captages. Or la végétation envahit les ouvrages à un point tel que les services de la ville ne sont pas parvenus à tous les localiser. De plus, selon des témoignages, les parcelles alentours seraient en état depuis une vingtaine d'années. A priori, en tenant compte de la « non-occupation » des parcelles, les ouvrages sous couvert forestier présentent donc une eau de meilleure qualité que ceux entourés de milieux plus ouverts.

Un couvert boisé permettrait donc d'obtenir une eau plus pure au niveau des nitrates qu'un milieu de friches, landes et prairies. Aucune différence ne se fait en revanche sentir vis-à-vis des pesticides et du phosphore.

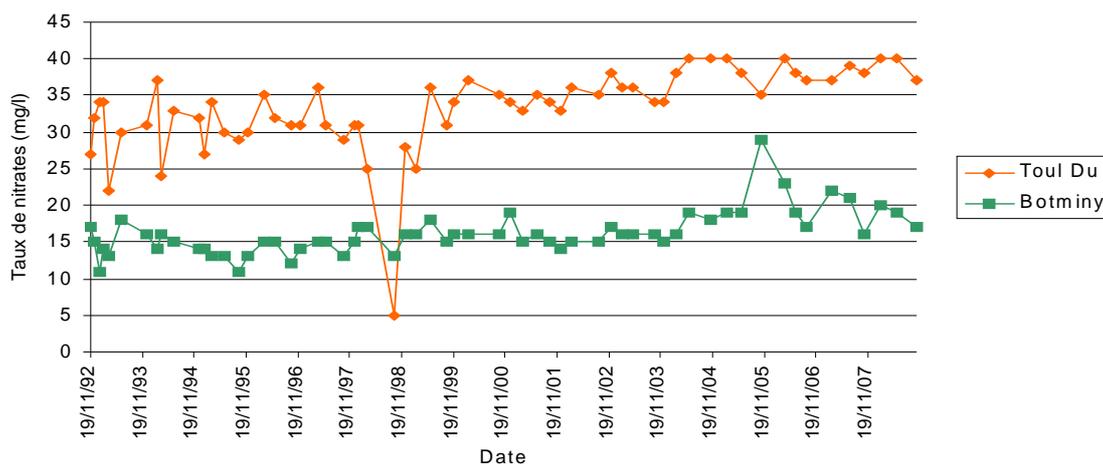
3.3.4. Commune de Mûr de Bretagne

Contexte général

La commune de Mûr-de-Bretagne est alimentée en partie par deux sites de captages peu profonds (entre 2 m et 5,5 m). Ceux-ci sont distants d'environ 1 kilomètre et leurs caractéristiques géologiques et pédologiques sont sensiblement identiques. De plus, l'un des captages est située dans un environnement majoritairement agricole alors que le second est principalement entouré de boisements. Ces sites ont ainsi été retenus pour l'étude. Une description complète est disponible en annexe 9. Un arrêté de DUP est en place sur ces sites depuis janvier 2006.

Analyse des différents paramètres

Un constat flagrant s'impose lors de l'observation du graphique 4 : à l'exception d'une mesure, qui, d'après la régularité apparente de la teneur en nitrates sur les 15 années prises en compte peut apparaître comme une erreur, les eaux des captages de Botminy présentent une qualité nettement supérieure à celles du Toul Du vis-à-vis du paramètre nitrates.

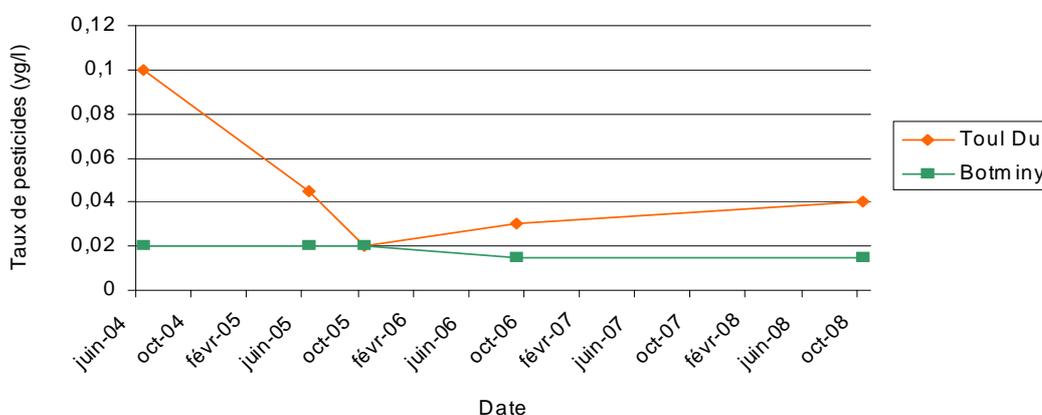


Graphique 4. Évolution de la teneur en nitrates des eaux des captages de la commune de Mûr-de-Bretagne (Côtes d'Armor). (Données DDASS 22)

Les sols et la roche mère étant similaires, il semble peu probable qu'ils influent sur cette qualité. En revanche, le site de Botminy, composé à plus de 60 % d'espaces naturels ou assimilés, présente une configuration avantageuse pour une faible teneur en nitrates comparé à celui de Toul Du, dont environ 80 % de la surface sont agricoles. Toutefois, la grande majorité des terres agricoles incluses dans les périmètres de protection sont exploitées en prairie permanente. C'est tout du moins le cas de toutes celles englobées par le périmètre rapproché sensible. En revanche, le rapport de l'hydrogéologue daté de 2005 souligne un problème important dû à l'exploitation située à l'ouest des captages. En effet, celle-ci procède à une sur-fertilisation conséquente principalement sur les champs de maïs en dehors du périmètre sensible. Ainsi, d'après l'hydrogéologue, 80 % des excès azotés lui sont imputables. Ceci explique donc pourquoi la teneur en nitrates des eaux de Toul Du est beaucoup plus élevée que celle des eaux de Botminy (33 mg/l contre 16 mg/l de moyenne sur les 15 dernières années). En revanche, l'agriculteur localisé au nord des ouvrages fertilise ses terres de manière raisonnée.

Ceci met en exergue l'avantage premier du boisement prôné par nombre de collectivités, c'est-à-dire une occupation durable des sols, sans risque de modification brutale des pratiques. La politique de boisement de la commune est d'ailleurs en grande partie due à cet exploitant. La seule solution réellement durable semble en effet résider en l'achat et la plantation des terres problématiques afin de limiter le risque de pollution des eaux ainsi que l'implantation d'un agriculteur peu raisonnable sur le bassin versant.

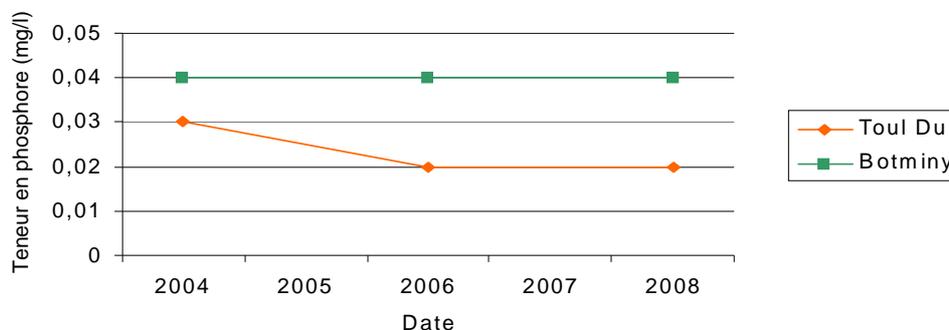
De même que pour les nitrates, le taux de pesticides (seule l'atrazine déséthyl a été détectée) se révèle plus élevé sur le site de Toul Du que sur celui de Botminy.



Graphique 5. Évolution de la teneur en pesticides dans les eaux des captages de la commune de Mûr-de-Bretagne (Côtes d'Armor). (Source : DDASS 22)

L'explication est similaire : la présence de l'agriculteur à l'ouest des captages. De plus, comme pour confirmer tout ce qui est évoqué à son propos, ce dernier avait traité chimiquement ses bordures de parcelles contre l'envahissement des ronces peu de jours avant ma visite. Les effets étaient encore visibles lorsque je m'y suis rendu, y compris dans le périmètre de protection rapprochée, malgré les prescriptions de DUP.

La situation est en revanche différente pour le paramètre phosphoré.



Graphique 6. Évolution de la teneur en phosphore dans les eaux des captages de la commune de Mûr-de-Bretagne (Côtes d'Armor). (Source : DDASS 22)

En effet, les eaux prélevées à Botminy présentent un taux de phosphore supérieur à celui des eaux de Toul Du, bien qu'amplement inférieur à la limite admissible de 5 mg/l dans les eaux potables. Le phosphore provient majoritairement, tout du moins dans la nature, de la décomposition des cellules mortes par les micro-organismes. Il semble alors logique que la teneur en phosphore soit plus élevée sur le site de Botminy (environnement naturel sans exportation de matière) que sur celui de Toul Du (prairie fauchée avec exportation). Néanmoins, les proportions comparées sont infimes et ne permettent pas vraiment de définir si tel milieu est favorable vis-à-vis du phosphore. La concentration maximale mesurée pour ce dernier paramètre est effectivement de 0,04 mg/l, soit 125 fois inférieure à la limite admissible.

L'exemple de la commune de Mûr-de-Bretagne met donc en avant l'intérêt non négligeable du boisement en tant que mode d'occupation durable et sans intrant des sols. Ceci est particulièrement mis en valeur pour les paramètres nitrates et pesticides.

3.3.5. Commune de Fougères

Contexte général

Les drains¹⁴ de la ville de Fougères (Ille et Vilaine) sont implantés dans deux contextes différents. Une partie se trouve en effet en forêt domaniale et une autre en zone agricole. Ils puisent l'eau entre 2 m et 4,5 m. La proximité et la continuité des drains agricoles et forestiers en font un site d'étude particulièrement intéressant qui a donc été retenu. Une description détaillée du site est disponible en annexe 10. Aucun arrêté de DUP ne régleme ces drains.

Analyse des différents paramètres

Aucune donnée n'étant disponible quant aux pesticides et au phosphore, nous ne nous intéresserons qu'aux nitrates.

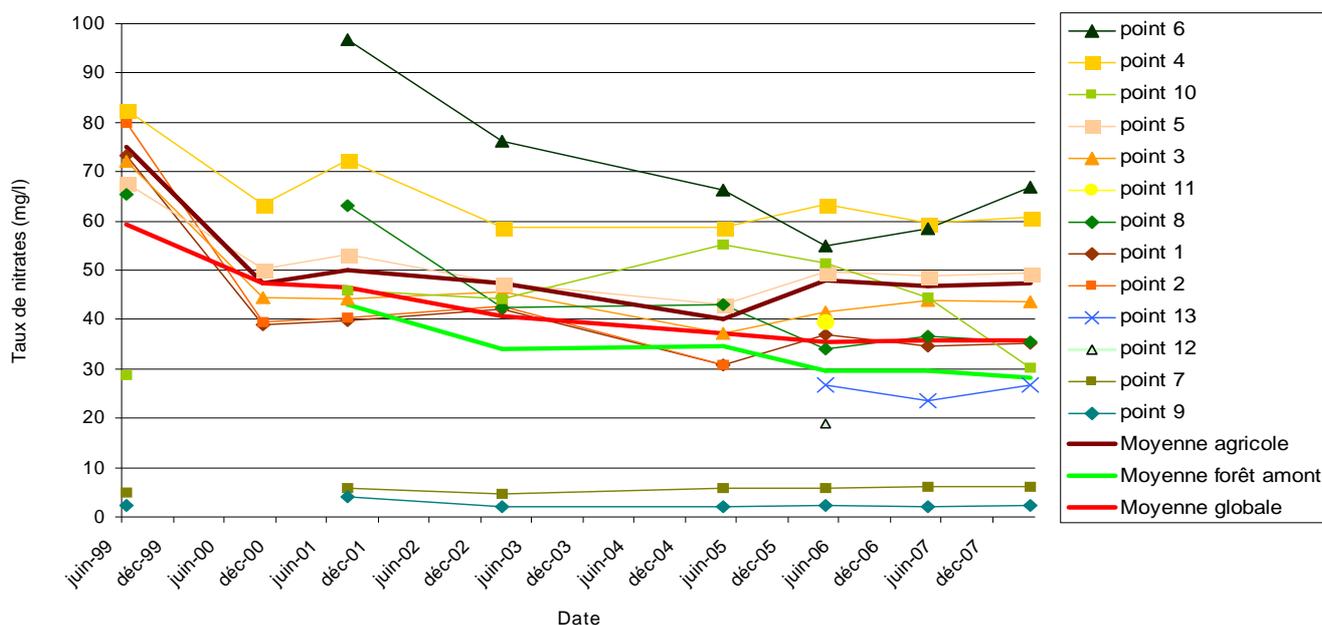
Les données sont divisées en deux groupes distincts selon la dénomination employée dans la description des drains :

- Zone forestière amont (points de mesure 6, 7, 8, 9, 10, 12) ;
- Zone agricole (points de mesure 1, 2, 3, 4, 5, 11).

Les points de mesure 12 et 11 (Cf. carte 9 dans le fascicule « cartes et photos aériennes ») représentent le mélange des eaux de leurs zones respectives, soit forestière amont et agricole. Ils n'ont fait l'objet que d'une

¹⁴ Un drain est un conduit dont la moitié inférieure est étanche alors que la partie supérieure est partiellement ouverte afin de collecter l'eau.

mesure ponctuelle. Le point 13 permet quant à lui de mesurer la qualité du mélange des eaux provenant de ces deux zones. Il n'y a pas de donnée pour la zone forestière en aval.



Graphique 7. Évolution de la teneur en nitrates des eaux des drains de Fougères (Ille et Vilaine). (Sources : ville de Fougères et DDASS 35)

Lorsque l'on observe les teneurs en nitrates moyennes obtenues pour chacune des ces zones, un constat s'impose : la proportion de molécules azotées est moins importante dans la partie forestière (à l'exception du point 6) que dans la partie agricole (35 mg/l contre 50 mg/l en moyenne sur les 10 dernières années). De 1999 à 2009, la teneur en nitrates du mélange des eaux délivrées par ces drains s'élève à 42 mg/l. Ce dernier chiffre est relativement élevé mais permet toutefois de respecter les normes de qualité.

Deux points de prélèvement se distinguent particulièrement par l'excellente qualité de l'eau à leur niveau : les points 7 et 9. Ces points sont en effet les plus « forestiers », les drains concernés collectant une eau qui semble s'écouler uniquement à travers la forêt. Ceci se constate aisément sur la carte de localisation des points de prélèvement.

En revanche, force est de remarquer que les mesures présentant le plus important taux de nitrates (70 mg/l en moyenne) proviennent aussi d'un point considéré comme forestier, le 6. Ce taux très élevé, largement au-dessus des normes de qualité, s'explique toutefois assez facilement. En effet, le point de prélèvement est localisé à proximité immédiate d'un hameau (celui de la maison neuve) et de parcelles agricoles exploitées pour la culture industrielle de céréales et non en prairie. Les apports azotés provenant de cette dernière activité, ajoutés au risque de contamination induit par un système d'assainissement en mauvais état des habitations et la présence de bâtiments d'exploitation, semblent ainsi suffire à expliquer ce taux de nitrates anormalement élevé. Si l'on enlève les données provenant de cette zone, la teneur moyenne en forêt n'excède pas les 25 mg/l, soit deux fois moins que celle concernant la partie agricole.

Les autres points de mesure situés en forêt présentent des teneurs en nitrates assez importantes situées entre 30 et 50 mg/l. Là encore, tous ces points ne sont pas entièrement forestiers. L'origine des drains concernés est effectivement localisée à proximité de zones agricoles ou habitées, en lisière de forêt. Cette localisation induit ainsi des risques de contamination plus importants qui semblent avérés.

En outre, la zone drainée agricole, qui semble plus problématique, mérite une attention particulière. En effet, les points de prélèvement 1, 2 et 3 présentent un taux de nitrates correct (environ 40 mg/l) alors que celui du point 4 est beaucoup plus élevé (aux alentours de 60 mg/l). Les eaux résultant du mélange des ces deux zones (point 5) présentent ainsi une teneur en nitrates limite par rapport aux normes de qualité avoisinant les 50 mg/l.

Sur la zone du Halais, il est toutefois important de remarquer que cette teneur augmente subitement au point 3 par rapport aux deux précédents (1 et 2) alors que les mesures sont effectuées sur le même « affluent ». Une zone de contamination semble donc être localisée entre les points 2 et 3. Or, un bâtiment d'élevage se trouve justement à cet endroit (élevage bovin mais aussi volailles). Ce dernier est donc sans

doute inhérent à l'augmentation constatée. Quant à la zone représentée par le point 4 (La vieille Haie), elle paraît subir des pratiques moins raisonnées que celle un peu plus au Nord. L'eau prélevée au niveau de ce point de mesure prend son origine un peu plus à l'Est. Or, un agriculteur réalisant des cultures de céréales à vocation industrielle se trouve dans cette zone. Les apports pour ce type d'activité sont sans aucun doute plus importants que pour l'élevage. De plus, un second agriculteur réalise des cultures de blé et de maïs au niveau du lieu-dit la Vieille Haye. Même s'ils sont quelque peu sensibilisés, en l'absence de contrainte autre que la bande enherbée de 5 m de large imposée par la PAC le long d'un cours d'eau, les agriculteurs se limitent dans leurs pratiques mais l'équilibre des apports ne semble pas encore atteint.

Un autre point paraît intéressant à aborder. Les teneurs en nitrates mesurées entre les points 6 et 8 suivent sensiblement la même évolution. Cela semble logique puisque les prélèvements sont effectués sur le même « bras » d'alimentation. Or, les valeurs du point 8 sont en moyenne 40 % moins élevées que celles du point 6, point le plus problématique du réseau de drains. Entre ces deux points se trouve uniquement de la forêt, cela prouve donc bien que le milieu forestier a un impact important sur la concentration en nitrates. La distance séparant ces deux points le long du « bras » d'alimentation est d'environ 800 m. La diminution moyenne de la concentration en nitrates entre ceux-ci étant de 31 mg/l, cela signifie que dans le contexte de la forêt domaniale de Fougères, les peuplements forestiers (hêtraie - chênaie) permettent de diminuer la teneur en nitrates de 0,04 mg/l/m.

De la même manière, il est possible de mesurer l'impact d'un sol agricole exploité pour l'élevage bovin associé à la culture fourragère entre les points de prélèvement 5 et 11. Deux kilomètres séparent ceux-ci et la concentration en nitrates mesurée en 2006 passe de 50 mg/l pour le point 5 à 40 mg/l pour le 11. Cette diminution semble révélatrice d'une agriculture raisonnée dans cette zone. Toutefois, rien ne prouve que sur ce parcours, l'eau ne subit pas d'autres pollutions, ce qui fausserait l'estimation. Ainsi, le résultat de 0,005 mg/l/m de régression des nitrates en contexte agricole est à considérer avec beaucoup de précaution.

Il est à noter que les teneurs en nitrates mesurées sont à peu près stables avec une tendance globale à la baisse depuis 2000. Pourtant, après contact pris avec les agriculteurs, il apparaît qu'aucune démarche de sensibilisation n'a été effectuée par la collectivité. Cette progression est donc certainement due à une prise de conscience des exploitants dont les pratiques évoluent par rapport à des problématiques de plus en plus présentes.

Considérons maintenant les volumes apportés par chacune des zones. Les drains situés en amont de la forêt ont une production théorique de 1 015 000 m³/an alors que celle provenant de la partie agricole s'élève à 665 000 m³/an. Les drains forestiers représentent donc théoriquement 66 % du volume d'eau obtenu à la jonction des deux zones. Ainsi, le mélange des eaux permet à la ville de Fougères d'obtenir une qualité respectant les normes de distribution, ce qui serait plus problématique si les productions de chaque zone étaient séparées. Sur les trois dernières années, la teneur en nitrates du mélange se situe aux alentours de 35 mg/l alors que celle de l'eau provenant des drains agricoles atteint 47 mg/l.

L'exemple des drains de Fougères est donc flagrant en ce qui concerne l'utilité d'un boisement, et tout particulièrement de peuplements anciens et bien en place puisqu'il s'agit d'une forêt domaniale, pour préserver la qualité de l'eau. Cette dernière est effectivement excellente dans les zones purement forestières et s'avère en revanche médiocre dans les zones agricoles. De plus, la très bonne qualité obtenue sous couvert arboré permet à la collectivité de compenser les fortes quantités d'azote mesurées en milieu agricole et ainsi de distribuer un mélange d'eau respectant les normes qualitatives, s'assurant d'une certaine pérennité de l'approvisionnement.

Toutefois, le contexte de cette commune ne permet pas d'affirmer que les boisements ont réellement un impact plus positif sur la qualité de l'eau qu'une agriculture respectant des contraintes de DUP.

En effet, les drains de Fougères ne faisant l'objet d'aucun arrêté préfectoral de DUP, les propriétaires et exploitants des terrains proches des captages ne sont soumis à aucune restriction. Aussi, ils exercent une activité comparable à celle qu'ils pratiqueraient dans une zone moins sensible. L'avantage procuré par le boisement sur cet exemple est donc principalement le mode d'occupation durable et sans intrant des terres. Étant en forêt domaniale, l'Office national des forêts s'impose effectivement des contraintes d'exploitation et de gestion dans les zones drainées : pas de traitement chimique, passages d'engins limités, pas de travail du sol en plein... autant de mesures qui permettent de préserver la qualité de la ressource, contrairement aux pratiques agricoles exercées dans la zone Sud. Le mode d'exploitation n'étant pas la prairie sans intrant avec

fauchage annuel et exportation, nous ne bénéficions d'aucun élément pour évaluer l'impact réel du boisement par rapport à une activité agricole raisonnée.

En outre, les cas des points de mesure 6, 8 et 10, situés en forêt mais dont la qualité des eaux vis-à-vis du paramètre nitrate est moyenne voir médiocre, met en avant un autre aspect. Il ne suffit effectivement pas de prélever l'eau dans un milieu boisé pour qu'elle soit de bonne qualité. Cela montre avant tout de la meilleure manière l'intérêt des périmètres de protection de captage, qui permettent de déterminer l'étendue de la zone à risque. En second lieu, cela prouve aussi que le boisement sur une aire localisée ne suffit pas à purifier l'eau de ses polluants si une agriculture intensive est exercée dans le reste du bassin d'alimentation. En effet, des études tendent à montrer qu'une proportion boisée de 35 % de la surface de ce bassin permettrait de compenser la dégradation de la ressource due à l'activité agricole et d'obtenir une eau de bonne qualité (Benoît et al., 2002).

L'avantage du boisement mis en exergue dans le cas des drains de la ville de Fougères est donc principalement une occupation durable des zones sensibles associée à une gestion raisonnée par rapport à une activité agricole intensive ou d'élevage. Cet exemple nous montre aussi qu'un boisement trop localisé ne suffit pas pour obtenir une eau de bonne qualité dans des bassins mixtes agricoles et forestiers. Enfin, le contexte des drains de Fougères met tout de même en exergue un impact important du sol forestier et de ses peuplements qui permettraient de diminuer la teneur en nitrates de 0,04 mg/l/m.

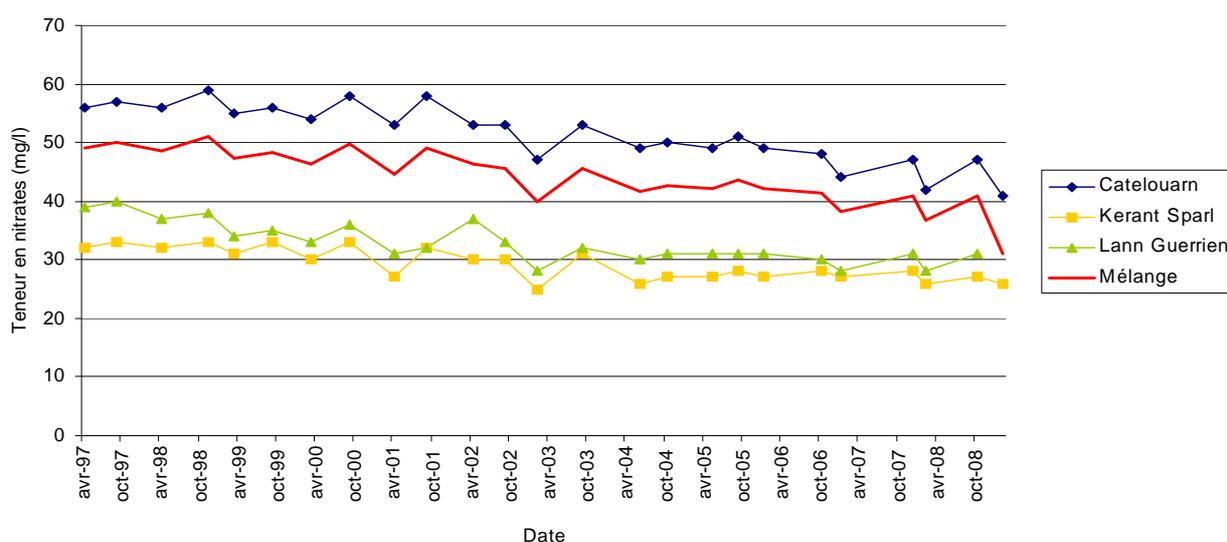
3.3.6. Commune de Querrien

Contexte général

La commune de Querrien (Finistère Sud) est alimentée par trois points de captage puisant la ressource entre 5 et 6 m : Catelouarn, Lann Guerrien et Kerant Sparl. Ceux-ci bénéficient de périmètres de protection depuis un arrêté préfectoral de DUP datant de juillet 2000. La collectivité a alors acquis la plupart des parcelles des périmètres de protection rapprochée et a engagé des opérations de boisement. Ces plantations, cas unique en France, font l'objet d'un contrat de captation de carbone¹⁵.

Le périmètre rapproché A (sensible) du captage de Lann Guerrien a été boisé une quinzaine d'années auparavant alors que les deux autres sites, anciennement agricoles, l'ont été entre 2003 et 2007. Ces caractéristiques, ajoutées au fait qu'ils sont distants d'environ 1 km, en font des zones d'étude potentiellement intéressantes. Une description complète de la zone est consultable en annexe 11.

Analyse des différents paramètres



Graphique 8. Évolution de la teneur en nitrates des eaux des captages de la commune de Querrien (Source : DDASS 29).

¹⁵ L'aspect séquestration de carbone est évoqué plus en détail au point 4.6.1. de ce même rapport.

La première constatation qui s'impose à la vue du graphique représentant l'évolution de la teneur en nitrates des captages de Querrien est que le site de Catelouarn présente une qualité bien moins satisfaisante que les deux autres zones (51 mg/l en moyenne contre 29 et 31 mg/l). On remarque aussi que la concentration en cet élément diminue globalement depuis 1997.

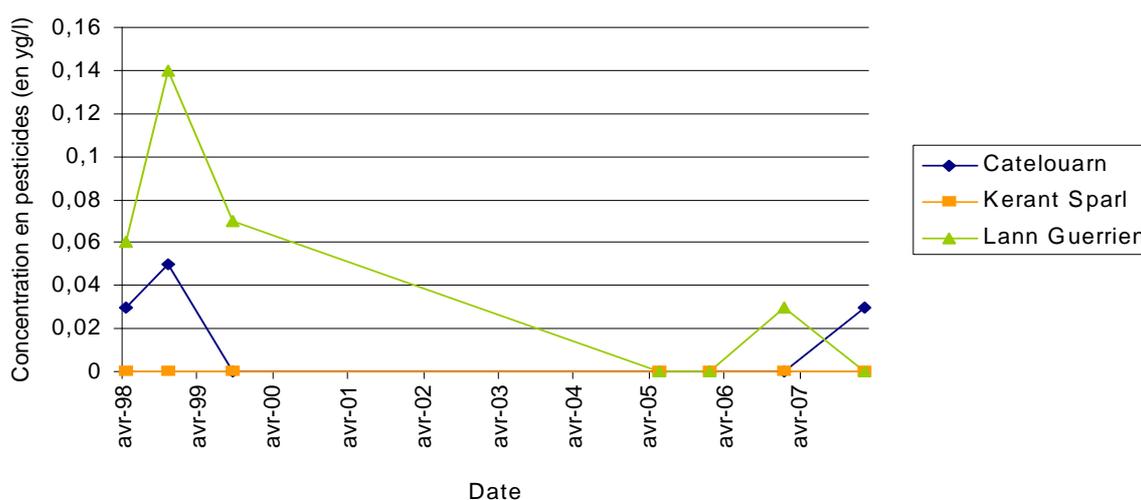
Les ouvrages de Catelouarn, à l'instar de ceux de Kerant Sparl, étaient implantés dans des milieux agricoles jusqu'à ce que la collectivité entreprenne de boiser les parcelles du périmètre de protection rapprochée A. Les opérations de boisement ayant été engagées en 2003, nous ne considérerons pour l'instant que les années précédant cette date.

Le site de Catelouarn est situé en aval du lieu dit Coat Viller. Ce dernier est le siège de deux exploitations industrielles de céréales. Les terrains qui composent actuellement les périmètres de protection rapprochée étaient donc majoritairement exploités de la sorte, ce qui induit généralement de forts apports, notamment azotés, et une exploitation mécanique.

Les parcelles composant les périmètres de protection du site de Kerant Sparl étaient quant à elles exploitées principalement en élevage avec quelques cultures associées, ce qui a priori engendre moins d'apports qu'un mode de culture industriel. De plus, l'élevage bovin induit la nécessité de terres maintenues en prairies qui représentent un moindre risque pour la qualité de l'eau. L'explication de la teneur en azote plus élevée de l'eau puisée par les ouvrages de Catelouarn semble donc s'expliquer.

Quant au site de Lann Guerrien, il présente une eau de moyenne qualité, avec une teneur en nitrates légèrement supérieure à celle des eaux de Kerant Sparl. Ceci peut paraître un peu surprenant sachant qu'environ 50 % du périmètre de protection rapprochée sensible est boisé depuis une quinzaine d'années et que les parcelles restantes sont principalement des friches et prairies. Toutefois, la présence du bourg de Querrien en amont n'est pas négligeable. De plus, un ruisseau s'écoule à proximité immédiate de l'ouvrage. Aussi, ce cours d'eau passant dans de nombreuses zones cultivées en amont, il est possible qu'il recueille des éléments nitrates pouvant s'infiltrer dans les eaux alimentant le captage. L'effet du boisement n'est donc pas extrêmement probant par rapport au site de Kerrant sparl qui est presque exclusivement agricole. Toutefois, avant la plantation, la teneur en nitrates avoisinait les 50 mg/l et cette opération a tout de même permis d'atteindre une meilleure qualité puisque cette teneur se situe est aujourd'hui stable et se situe aux alentours de 30 mg/l.

Le graphique représentant la teneur en pesticides des eaux de chaque captage de la commune de Querrien peut paraître surprenant au premier abord. En effet, la zone a priori la moins agricole serait la plus problématique vis-à-vis de ce paramètre.



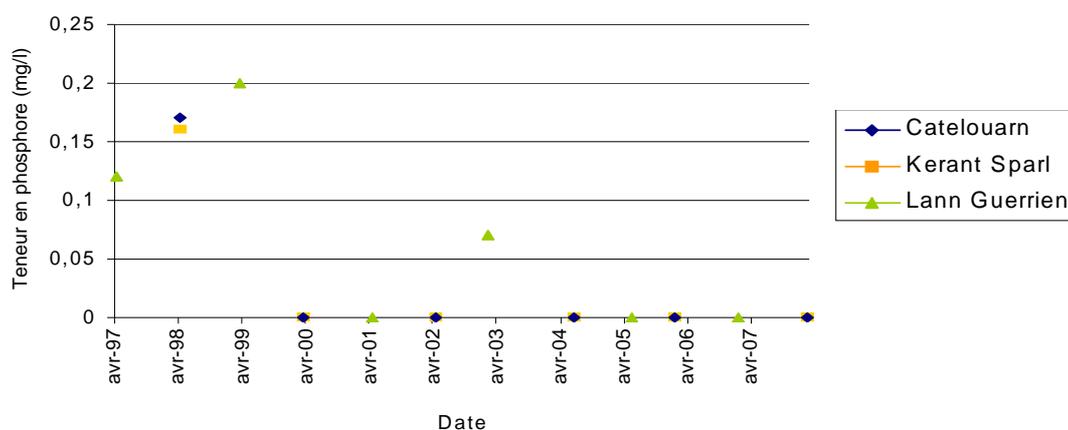
Graphique 9. Évolution de la teneur en pesticides des eaux des captages de la commune de Querrien (Source : DDASS 29).

Toutefois, en prenant en compte la proximité du bourg de Querrien, la concentration en pesticides dans les eaux de Lann Guerrien peut s'expliquer. En effet, les habitations incluses dans les périmètres de

protection sont composées de jardins. Or, si les agriculteurs se doivent de respecter des normes par rapport à l'utilisation de ces produits, il n'en est rien pour les particuliers. Ainsi, il est fort probable que cette proportion importante de jardins aux alentours de l'ouvrage de Lann Guerrien soit à l'origine de la teneur élevée de son eau en molécules provenant de produits phytosanitaires.

Quant aux deux autres sites, le même raisonnement que précédemment peut être appliqué. En effet, la zone de Catelouarn semble plus sujette aux pesticides que celle de Kerant Sparl. Ceci provient certainement du fait que les cultures industrielles sont majoritaires sur le premier site alors que l'élevage est une des composantes principales du second.

L'évolution du paramètre phosphore est quelque peu difficile à analyser. En effet, seul un prélèvement tous les deux ans est effectué et pas nécessairement au même moment pour chacun des captages. Ainsi, seule une tendance générale peut être représentée.



Graphique 10. Évolution de la teneur en phosphore des eaux des captages de la commune de Querrien (Source : DDASS 29).

On constate que les eaux de Kerant Sparl et celles de Lann Guerrien ont suivi la même évolution. Elles ne semblent d'ailleurs plus contenir de phosphore depuis une dizaine d'années. En revanche, la ressource prélevée sur le site de Lann Guerrien paraît présenter une sensibilité plus grande envers ce paramètre. Or, les périmètres de protection incluent des habitations. Les pratiques de leurs occupants peuvent là encore être la cause de cette sensibilité. En effet, le phosphore peut provenir des lessives utilisées. La concentration en cette molécule est trop infime pour poser un réel problème de qualité sur la commune de Querrien mais en cas de fort risque par rapport ce paramètre, il peut être conseillé aux habitants d'utiliser des lessives sans phosphate.

L'exemple des captages de Querrien met donc en avant un aspect qui n'est pas présent sur les autres sites étudiés : l'urbanisation. En effet, celle-ci peut, même à petite échelle, avoir des conséquences négatives sur la qualité de l'eau. En outre, l'impact des cultures à vocation industrielle est une fois de plus mis en défaut sur ces sites.

3.3.7. Commune de Rennes

Contexte général

La ville de Rennes (Ille et Vilaine) est notamment alimentée par un réseau de drains qui sont regroupés sous l'appellation de site de Rennes I et qui couvrent 15 % de l'alimentation en eau potable de la ville. Certains de ces drains sont anciennement boisés alors que d'autres sont en grande majorité agricoles (Cf. carte 11 et photo 9 dans le fascicule « cartes et photographies aériennes »). Ils puisent la ressource entre 3 et 6 m de profondeur. Cela en fait des sites d'étude intéressants. La politique de la ville de Rennes est favorable au boisement dans les périmètres de protection rapprochée sensibles, dont les parcelles ont été acquises sur une dizaine d'années. En revanche, l'activité agricole (production laitière en grande majorité) a été

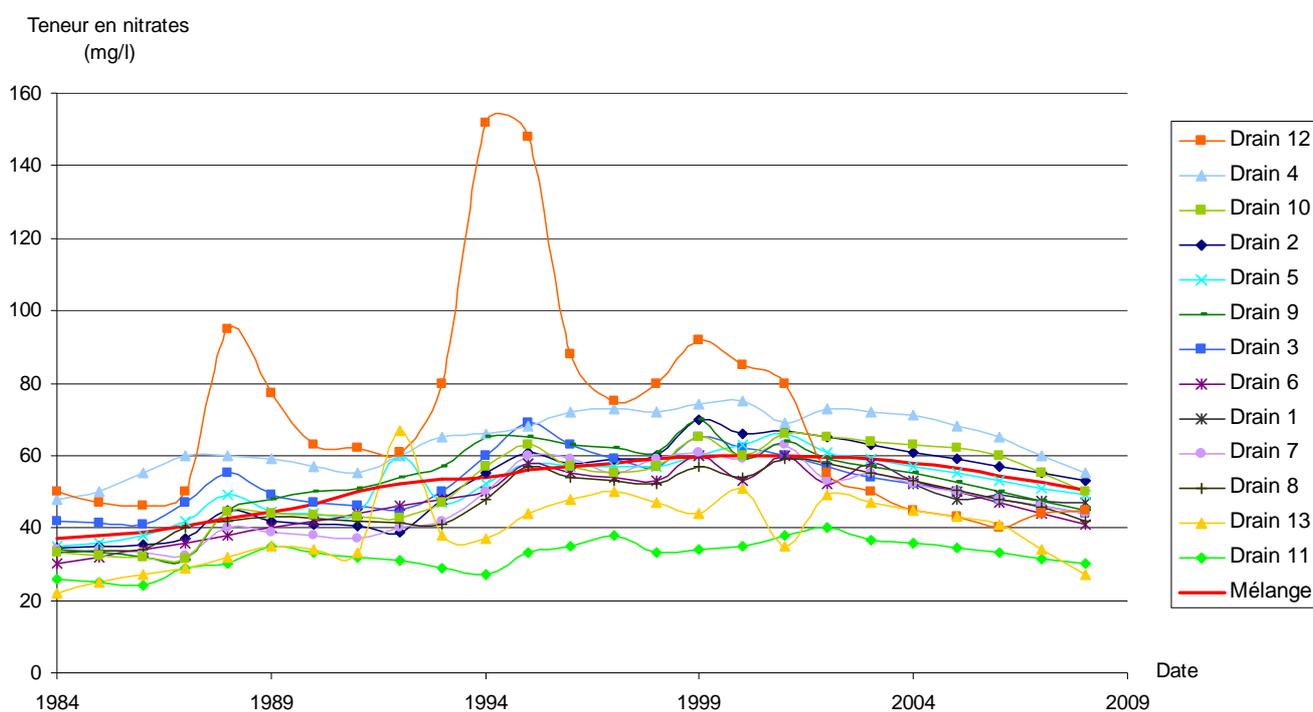
maintenue sur le reste des périmètres. Une description détaillée du site est disponible en annexe 12. La zone de Rennes I est sous le coup d'un arrêté préfectoral daté d'octobre 1994.

Analyse des différents paramètres

Nous ne disposons que de données générales mesurées à partir du mélange des eaux pour les pesticides et le phosphore, ce qui rend la comparaison des différents drains impossible quant à ces paramètres. Toutefois, il semble bon d'en noter les valeurs, à titre indicatif (données du 15/09/08, du laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé de Rennes, sollicité par la société Véolia en charge de la qualité de l'eau pour l'agglomération) :

- Pesticides : la seule molécule détectée est l'atrazine déséthyl, avec une concentration de 0,03 µg/l ;
- Phosphore : 0,12 mg/l.

Les données sur les nitrates sont en revanche abondantes. Il est donc possible d'établir un comparatif selon la configuration de l'environnement des drains.



Graphique 11. Évolution de la teneur en nitrates des drains de la ville de Rennes (Source : DDASS 35 et ville de Rennes)

Une observation rapide du graphique permet de diviser les drains en trois groupes distincts suivant la qualité de leur eau sur la période considérée :

- Médiocre (n°12 et 4 dans une moindre mesure) ;
- Moyenne (n°1 à 3 et 5 à 10) ;
- Satisfaisante (n°11 et 13).

Le drain n°12 présente une eau avec une teneur en nitrate anormalement élevée. L'ensemble de ses périmètres de protection, à l'exception de l'immédiat qui est en zone humide, est implanté en milieu agricole. Les teneurs en nitrates actuellement mesurées dans les eaux du drain n°12 étant proches de celles obtenues il y a une vingtaine d'années, il est fort probable que les valeurs élevées de la période intermédiaire s'expliquent par la très forte influence du siège d'exploitation agricole qui impliquait des fuites. En effet, il s'avère que les travaux de mise en conformité de cette exploitation, réalisés dans le cadre du PMPOA, ainsi que des pratiques agricoles de plus en plus raisonnées ont permis de réduire nettement les concentrations et ainsi de retrouver les teneurs observées une vingtaine d'années auparavant. De plus, le sol est particulièrement superficiel dans cette zone, ce qui rend la nappe plus vulnérable que sur les autres drains.

Quant au drain n°4, il est situé en pleine zone agricole. Pourtant, la majorité des drains le sont aussi mais présentent une eau de meilleure qualité. De plus, plus de 65 % de la superficie du bassin versant amont de ce drain sont occupés par un agriculteur adhérent du programme Bretagne eau pure, ce qui est le plus haut taux d'adhésion de l'ensemble des drains de Rennes. Toutefois, le nombre important de sièges d'exploitation inclus dans le périmètre de protection rapprochée, ajouté à la faible profondeur du sol localisée à cet endroit, pourraient expliquer le taux de nitrates élevé observé. Le siège localisé au Sud est en effet en mauvais état et les animaux pâturaient auparavant directement dans le champ captant.

Le groupe de drains présentant une teneur en nitrates moyenne est représentatif de la configuration générale du réseau. En effet, ils sont localisés en milieu agricole et leur périmètre de protection rapprochée sensible a été boisé entre 2000 et 2003. On constate d'ailleurs que le drain n°4, depuis cette opération, présente une concentration en nitrates en amélioration, proche des valeurs obtenues dans la majorité des ouvrages.

Quant aux drains 11 et 13, ce sont les seuls ouvrages installés dans des zones boisées plus anciennement. En effet, la totalité du périmètre de protection rapprochée sensible du n°11 est située en forêt, ce qui est aussi le cas de 50 % de celui du n°13. Cette différence de proportion de la surface boisée semble d'ailleurs se faire directement ressentir sur la qualité des eaux puisque celles du premier présentent une concentration en nitrates de 30 mg/l en moyenne contre 43 mg/l pour le second. De plus, le périmètre rapproché complémentaire les concernant est boisé à plus de 50 %.

De plus, l'arrêté préfectoral de DUP concernant les drains de Rennes a été divulgué le 24 octobre 1994. Les contraintes d'exploitation agricole sont donc en place depuis cette date. Le milieu forestier présent au niveau des drains n°11 et 13 semble ainsi permettre l'obtention d'une eau de meilleure qualité vis-à-vis du paramètre nitrate que des milieux agricoles pourtant soumis à des contraintes de protection de la ressource.

Enfin, un autre point est intéressant à aborder dans l'exemple des drains de Rennes. En effet, les plantations ayant été effectuées entre 2000 et 2003, leur effet devrait théoriquement être visible actuellement. Si l'on observe le graphique à partir de l'année 2002, on constate que la teneur en nitrates a diminué en moyenne de 10 mg/l sur l'ensemble des drains en 2008. Cela représente tout de même une régression de 1,7 mg/l/an.

Il est toutefois surprenant de constater que les ouvrages déjà situés en forêt ont eux aussi suivi la même tendance. De plus, avec un travail du sol préalable, il est peu probable que l'impact des plantations se fasse ressentir l'année même de leur mise en place. Cela met le point sur le fait que les boisements réalisés ne sont certainement pas les seuls responsables de cette diminution de la concentration en nitrates. En effet, tout porte à croire que les programmes de sensibilisation des agriculteurs et leur investissement dans une modification de leurs pratiques portent leurs fruits. Cela nous montre aussi que l'impact de l'occupation des sols de la seule zone sensible ne doit pas être l'unique préoccupation. En effet, sur le drain n°11 où presque l'intégralité du périmètre sensible était déjà boisé, la teneur en nitrates a diminué de plus de 6 mg/l depuis 2002. Or, 64 % de la surface du bassin versant amont est exploitée par des agriculteurs ayant adhéré au programme Bretagne eau pure en 1997. Ainsi, il est probable que la régression de la concentration en azote soit la conséquence de cette adhésion massive à des pratiques raisonnées. Si l'on tient effectivement compte de l'azote résiduel conservé dans le sol par des années de pratiques « classiques », il est plausible que cet effet ne se fasse ressentir que quelques années plus tard.

En outre, pour certains drains (c'est le cas pour les n°4, 10, 13 et 8), la régression de la teneur en nitrates s'accroît à partir de 2006. Or, cela intervient environ 4 ans après le boisement. On peut donc supposer que cette diminution plus forte de la concentration azotée est partiellement imputable aux plantations réalisées. Ces dernières sont effectivement bien en place et l'effet des travaux préalables tel que le travail du sol s'est probablement dissipé. Toutefois, après visite des plantations et comparaison des surfaces boisées, il est difficile d'avancer une explication quant à cette augmentation de la diminution de la concentration en nitrates qui intervient uniquement sur certains drains.

L'exemple des drains de Rennes met donc en avant un aspect qui n'était que peu ressorti sur les autres sites. En effet, la mise en œuvre d'une agriculture raisonnée par l'intermédiaire de conventions et contrats volontaires semble une alternative intéressante pour la protection des eaux. Cela paraît doublement efficace combiné à des boisements, tout du moins dans certains contextes. De plus, l'impact d'un boisement ancien est flagrant comparé à celui de contraintes d'exploitation sur la zone des drains de Rennes. L'eau prélevée

en milieu forestier présente en effet une teneur moyenne en nitrates sur la période considérée de 36 mg/l contre 53 mg/l pour les zones agricoles. Enfin, la comparaison des deux drains « forestiers » nous prouve une fois encore que la proportion de boisement joue un rôle conséquent dans la préservation de la ressource.

3.3.7. Synthèse

Site	Impact du boisement			Problèmes relevés	Fiabilité des données
	Nitrates	Pesticides	Phosphore		
Argol	- Excellente qualité sous forêt, moyenne en milieu agricole ; - Estimation de l'impact du milieu forestier : - 0,03 mg/l/m.	Sous les limites de détection.	-	Pas assez de recul quant à l'impact des prairies fauchées.	Bonne. Données annuelles ou semestrielles.
Saint-Jacut-du-Mené	- Amélioration de la qualité de l'eau après boisement ; - Boisement du seul périmètre rapproché sensible ne suffit pas pour atteindre une excellente qualité.	- Impossible à définir ; - Risque des cultures industrielles alentours, malgré le boisement.	Sous les limites de détection.	Données trop récentes pour les pesticides.	Très bonne. Données pluriannuelles.
Châteaulin	Qualité de l'eau sous couvert forestier meilleure que dans un milieu composé de landes, friches et prairies.	Aucun impact.	Aucun impact.	Données disponibles sur le mélange mais pas assez sur chaque captage.	Faible. Données anciennes et ponctuelles
Mûr-de-Bretagne	Intérêt du boisement en tant que mode d'occupation durable des sols.	Intérêt du boisement en tant que mode d'occupation durable des sols.	Aucun impact.	-	Très bonne. Données pluriannuelles (sauf phosphore).
Fougères	- Intérêt du boisement en tant que mode d'occupation durable des sols ; - Un boisement trop localisé est insuffisant ; - Estimation de l'impact du milieu forestier : - 0,04 mg/l/m.	-	-	Données DDASS uniquement sur le mélange.	Bonne. Données annuelles.
Querrien	- Aucun impact établi du boisement ; - Risque des cultures à vocation industrielles ;	- Aucun impact établi du boisement ; - Problème de l'urbanisation ; - Risque des cultures à vocation industrielle.	- Aucun impact établi du boisement ; - Problème de l'urbanisation ;	Interprétation difficile car l'impact du boisement et de l'urbanisation se retrouvent sur un même site.	Bonne. Données annuelles ou semestrielles.
Rennes	- Intérêt de l'agriculture raisonnée combinée au boisement ; - Obtention d'une eau de meilleure qualité en milieu forestier qu'en zone agricole soumise aux contraintes de DUP ; - Importance de la proportion de boisement.	-	-	Aucune donnée pour pesticides et phosphore (sauf sur mélange).	Très bonne. Données hebdomadaires

Tableau 2. Synthèse de l'analyse des différents sites étudiés

Pour conclure cette analyse, la valeur moyenne calculée de - 0,035 mg/l/m en estimation de l'impact du milieu forestier sur la teneur en nitrates semble cohérente. En effet, les deux évaluations possibles sont du même ordre de grandeur et il paraît logique qu'une forêt de pins sur sol drainant (exemple d'Argol) présente une capacité d'épuration moindre que des peuplements de hêtres et chênes sur des limons profonds (exemple de Fougères). Ce résultat pourrait être employé dans l'évaluation de la largeur optimale d'un boisement autour d'un captage.

3.4. Discussions

3.4.1. Collecte des données

Malgré les efforts fournis pour obtenir un maximum de données exploitables au niveau de la qualité des eaux brutes, certaines sont manquantes. Globalement, le paramètre nitrate est très bien suivi et il est relativement aisé de se procurer les analyses le concernant sur les dix dernières années.

En revanche, le phosphore et les pesticides ne font pas l'objet d'une attention aussi soutenue. Cette lacune peut avoir plusieurs origines.

La première vient du fait que les analyses de qualité désirées concernent les eaux brutes en amont des points de mélange. Or, dans de nombreux cas, les mesures se concentrent au point le plus important avant la distribution de la ressource, c'est à dire au niveau des collecteurs principaux où un mélange d'eaux de diverses provenances est souvent effectué. Ce mélange est bien sûr intéressant pour comprendre le contexte global des captages et les problèmes de qualité qui peuvent être rencontrés mais il ne permet pas la comparaison de plusieurs sites en amont du collecteur qui sont généralement les objectifs de l'étude. Dans certains cas, comme à Châteaulin, Rennes ou encore Fougères, ces sites font l'objet de mesures de qualité par la DDASS uniquement lorsque celle du mélange n'est pas satisfaisante. L'organisme effectue alors des prélèvements dans les différentes zones alimentant le collecteur pour tenter de définir d'où provient l'anomalie. Par chance, les villes de Rennes et Fougères effectuent régulièrement des analyses complémentaires de leur propre initiative sur les captages amont, permettant une comparaison des sites. En revanche, les eaux alimentant la commune de Châteaulin présentant une bonne qualité depuis quelques années, aucune mesure autre qu'au niveau du collecteur n'a été faite depuis la mise en place des périmètres de protection.

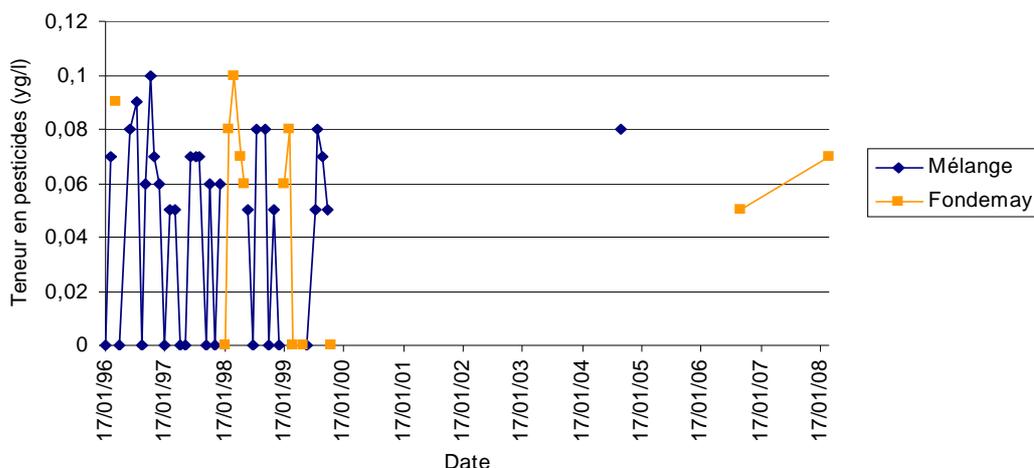
En second lieu, le manque de données comparables peut provenir du fait que les teneurs observées sont largement en dessous de la limite normative. Ainsi, les appareils de mesure ne peuvent pas toujours évaluer le taux exact de certains paramètres et affichent alors la valeur limite de détection. C'est pourquoi quelques sites présentent des teneurs « inférieures à telle valeur », ne permettant pas la comparaison.

En outre, il est fréquent que des eaux, même provenant de captages situés en zone agricole, présentent des teneurs nulles en pesticides. Connaissant le contexte breton, il m'est apparu légitime de me demander si ces données étaient réellement fiables. Aussi, deux justifications à ces valeurs semblent cohérentes. La première est bien sûr que dans ces bassins versants sensibles, les agriculteurs ont fait preuve d'une prise de conscience exemplaire et ont appliqué des mesures très respectueuses de l'environnement, à tel point qu'aucune trace de pesticide n'est plus détectée. La seconde est que la valeur obtenue dépend fortement de la période à laquelle est effectuée la mesure.

En effet, si le captage concerné fait l'objet d'un prélèvement annuel et que celui-ci est réalisé alors que le traitement a eu lieu des mois auparavant, il est fort probable que les résidus de ce dernier ne soient pas détectés. Ce phénomène est bien visible sur le graphique 12 montrant l'évolution de la teneur en pesticides dans les eaux des captages de Carentoir (Morbihan). En effet, si cette valeur est nulle à certains moments de l'année, elle atteint jusqu'à 0,1 µg/l à d'autres moments, ce qui est la limite réglementaire pour une molécule de pesticide (ici, l'atrazine déséthyl). Toutefois, il ne m'a pas été possible de déterminer à quelle période il est plus propice de réaliser des analyses pour ce paramètre. Sur les années étudiées, les valeurs nulles comme les plus élevées ne sont effectivement pas inhérentes à des mois en particulier mais apparaissent à différentes périodes.

Enfin, j'avais envisagé des analyses complémentaires ponctuelles pour les ouvrages où vraiment peu de données étaient disponibles. Toutefois, le coût de celles-ci est particulièrement dissuasif. En effet, il faut compter 600 € environ pour une seule analyse de pesticides et entre 30 et 100 € pour les paramètres

phosphore ou nitrate. Il n'était donc pas possible d'effectuer ces prélèvements complémentaires dans le cadre de mon stage.



Graphique 12. Évolution de la teneur en pesticides des eaux du captage de Carentoir (Morbihan). (Source : DDASS 56)

3.4.2. Les facteurs influençant la qualité d'une eau

L'analyse des sites sélectionnés a permis de mettre en avant un impact certain du boisement sur la qualité de l'eau. Toutefois, une multitude de facteurs compose cet impact et il est bien souvent très difficile de les différencier. Aussi, outre certains paramètres mis en avant par la bibliographie comme la géologie, la pédologie ou encore la topographie qui ont des rôles indéniables sur cette qualité, d'autres facteurs (tels l'âge des peuplements, le travail du sol, la composition des boisements...) sont moins évoqués mais tout de même importants. Ainsi, même si cette étude n'a pas mis en avant le rôle de ces paramètres, la mise en question de leur influence semble légitime.

Facteurs propres au milieu forestier

C'est par exemple le cas de l'âge de peuplements. En effet, si l'on peut affirmer qu'un peuplement forestier a un impact épuratoire, il est difficile, de par les données réunies dans cette analyse, de définir à quel moment de sa vie le boisement a une influence positive optimale. La filtration s'améliore-t-elle tout au long de la croissance ou se stabilise-t-elle à partir d'un certain âge ? A partir des informations recueillies sur des sites composés de boisements anciens comme les forêts de Fougères ou d'Argol, il est possible d'avancer qu'un peuplement forestier en place depuis un temps considérable permet d'atteindre une qualité qui semble se stabiliser. Le site de Saint-Jacut-du-Mené montre quant à lui que le boisement a un impact régulier de la troisième à la huitième année, avec une diminution moyenne de 20 % de la teneur en nitrates. En revanche, la valeur atteinte se stabilise par la suite. Il semble donc cohérent d'avancer qu'un peuplement agit principalement dans son jeune âge sur les composés azotés issus d'une occupation antérieure. Le milieu paraît par la suite atteindre un certain équilibre que la croissance des arbres ne fera pas varier.

De plus, cette influence du boisement dans son plus jeune âge n'est généralement pas ressentie dès la première année. En effet, comme le met en avant l'exemple de Saint-Jacut-du-Mené, le travail du sol préalable à la plantation paraît avoir un impact non négligeable. En effet, le retournement de la terre d'anciennes parcelles agricoles engendre une mise à nu de composés qui étaient restés inertes dans le sol. Ainsi, ils peuvent être facilement lessivés par les pluies et s'infiltrer dans les nappes. Sur l'exemple considéré, ce phénomène est relativement bref puisqu'il est compensé au bout de 2 ans par l'effet de la plantation. Le travail du sol sur les sites de la Hutte et des Tasnières était volontairement limité aux lignes de plantations, ce qui a sans doute permis de limiter son impact. Cela met en avant l'intérêt d'une réflexion préalable à la plantation quant au passé des parcelles et donc au travail du sol nécessaire, qu'il convient de réduire au maximum.

Un autre facteur peu mis en exergue par cette étude est l'importance de la composition des boisements. En effet, le protocole établi par l'agence de l'eau Loire-Bretagne et l'ONF préconise très nettement l'implantation de feuillus par rapport aux résineux en raison d'un meilleur bilan azoté pour la première catégorie (agence de l'eau Loire-Bretagne, 1997). De plus, même sur une station impropre au feuillu, l'implantation de feuillus d'accompagnement est malgré tout conseillée. Or, si l'on en croit l'exemple de la forêt communale d'Argol, la qualité d'eau obtenue sous le couvert de pins maritimes est excellente (6 mg/l en moyenne), à l'image de ce qui peut être atteint dans un peuplement de hêtres et de chênes en forêt domaniale de Fougères (4 mg/l). Pourtant, le premier exemple regroupe un certain nombre de critères jouant théoriquement en sa défaveur : forêt résineuse, monospécifique, sol drainant... Cela montre les limites du raisonnement empirique. En effet, le critère le plus important semble être le fait que les essences choisies soient en station, qu'elles soient résineuses ou feuillues. Cela paraît assurer un bon développement des peuplements et donc un rôle épurateur de la forêt.

Toutefois, dans des contextes où le choix est possible, il convient de privilégier le mélange d'essences et la présence des feuillus, notamment afin d'améliorer le fonctionnement du sol. On pensera aussi à éviter la trop forte présence d'essences pionnières en raison du phénomène de relargage d'azote auquel elles sont sujettes.

Aussi, la dimension du boisement semble être un paramètre primordial que plusieurs exemples soulèvent. En effet, un rayon boisé trop restreint ne suffit pas à atteindre la qualité espérée. L'impact du milieu forestier calculé pour les forêts d'Argol et de Fougères pourrait servir de base à l'établissement d'une table préconisant la dimension optimale de la plantation en fonction du milieu environnant et de la qualité d'eau recherchée. Ces deux estimations ont été réalisées sur des milieux tout à fait différents, ce qui peut laisser penser que l'ordre de grandeur obtenu peut être extrapolé. Cependant, il faudrait effectuer un tel calcul sur d'autres sites présentant une configuration adaptée afin de pouvoir valider cette hypothèse. De plus, les estimations réalisées prennent place dans des forêts anciennes. Aussi, rien ne permet de dire si ce pouvoir épuratoire est valable pour des peuplements plus récents. Le tableau ci-dessous est une ébauche de ce qui pourrait être entrepris sur la base d'un impact attribué au milieu forestier de - 0,035 mg/l/m.

Teneur en nitrates moyenne des eaux (en mg/l)	Teneur en nitrates recherchée (en mg/l)	Rayon de boisement préconisé (en m)
50	30	571
50	20	857
60	30	857
60	20	1143
...

Tableau 3. Ébauche d'une table d'estimation du rayon de boisement optimal permettant d'atteindre une certaine qualité d'eau.

Le rayon de boisement préconisé est estimé à partir de la formule suivante :

$$R_b = (T_m - T_r) \times I_f$$

Avec :
 R_b : Rayon de boisement préconisé
 T_m : Teneur en nitrates moyenne des eaux
 T_r : Teneur en nitrates recherchée
 I_f : Impact attribué au milieu forestier

Afin d'affiner ce calcul, une classification des différents milieux forestiers auxquels un impact théorique serait attribué pourrait être réalisée. Cela permettrait notamment de prendre en compte l'effet stationnel. Ainsi, après analyse des potentialités du sol des parcelles dont le boisement est envisagé (étude pédologique et floristique), il sera possible d'évaluer la largeur de boisement optimale. Néanmoins, l'impact de la topographie ne serait pas pris en compte dans cette évaluation. Un facteur représentant la pente pourra peut-être être déterminé par des études approfondies.

Enfin, cet impact attribué au milieu forestier semble dépendant d'un facteur non négligeable : la pluviométrie. Il est effectivement impossible de différencier le pouvoir filtrant des peuplements et l'effet de

dilution permis par l'apport des précipitations. Ainsi, il semble cohérent de pondérer l'impact mesuré du milieu forestier par des valeurs de pluviométrie.

Autres facteurs

La nature des cultures agricoles est un facteur particulièrement important qui impacte sur la qualité des eaux. Ce phénomène a été mis en évidence dans la majorité des exemples précédents. En effet, certaines pratiques semblent avoir une incidence plus néfaste que d'autres sur la ressource. C'est le cas des cultures céréalières à vocation industrielles, qui font généralement l'objet d'intrants conséquents et de mécanisation. A partir des sites analysés, une classification rapide des grands types d'agriculture rencontrés peut être proposée (Cf. Tableau 4).

Type d'agriculture	Risque de dégradation de la qualité de l'eau
Culture de céréales, culture industrielle	Risque très fort
Culture et élevage associé	Risque moyen
Élevage bovin	Risque moyen à faible
Prairie fauchée annuellement avec exportation	Risque très faible à nul

Tableau 4. Estimation du risque de dégradation de la qualité de l'eau selon le type d'agriculture.

Il est à noter que la présence de volailles, parfois rencontrée mais en faible proportion, accroît sensiblement le risque de pollution.

De plus, la pression de gibier est un facteur indirect non négligeable quant au succès d'un boisement. En effet, dans certains contextes, comme à Querrien, cette pression est telle que plus de la moitié des plants est abrutie par des chevreuils. Aussi, le rôle attendu du boisement est mis en péril. Il convient bien sûr de prendre en compte cet aspect dans l'étude préalable au boisement. Ainsi, si sur les sites visités ce sont les protections individuelles qui sont privilégiées et mises en place sur en moyenne 20 % des plants, cela peut s'avérer insuffisant. Dans un contexte tel que celui de la commune de Querrien, l'implantation d'une clôture entourant les plantations paraît un système adapté. En effet, même si cela est plus onéreux que de protéger individuellement 20 % des plants, la collectivité évite tout boisement compensatoire et l'opération devient alors avantageuse.

Enfin, un dernier facteur pourrait influencer la création d'une ambiance forestière et donc le rôle de protection attendu d'une plantation : le paillage. En effet, la concurrence herbacée est parfois telle qu'il faut envisager des solutions de ce type, certes très coûteuses mais généralement garantes d'un bon résultat. Mais la mise en place de paillage, particulièrement sur une surface conséquente, pose une question très rarement évoquée. En effet, le pouvoir épuratoire d'un peuplement semble indéniablement lié aux propriétés du sol. Or, lors de la plantation d'anciennes terres agricoles, la mise en place de paillages n'empêche-t-elle pas la dégradation des feuilles que va perdre l'arbre ? Ainsi, la formation d'un humus serait retardée et le sol ne posséderait que moins rapidement toutes ses propriétés bienfaitrices pour la qualité de l'eau. Cette étude ne permet pas de répondre à cette question mais elle mérite toutefois d'être posée...

IV. Réflexions parallèles

4.1. Aspect économique

Si le rôle protecteur de la forêt vis-à-vis de la ressource en eau est généralement reconnu en France, tant au niveau de l'opinion publique que des politiques publiques (Ferry, 2006), peu de cas existent où ce service de protection est valorisé économiquement auprès des acteurs le permettant. Certains considèrent que cela est légitime car ce service est assuré par les forêts depuis la nuit des temps (Combe, 2002). Toutefois, ceux-là ne prennent pas forcément en compte que pour maintenir cette qualité, il est nécessaire de prendre des mesures de gestion particulières, qui sont globalement plus coûteuses qu'une gestion « classique ». En effet, afin de préserver ou améliorer la qualité de l'eau, le gestionnaire est souvent amené à penser à des systèmes alternatifs d'exploitation des bois ou encore à l'abandon de certaines dessertes. Ceci, ajouté à l'entretien et à la surveillance des périmètres de protection de captages, engendre un surcoût non négligeable qui, dans les sites étudiés, n'est jamais pris en compte.

4.1.1. Les méthodes d'évaluation économique de la protection de l'eau par le boisement

Comme cela a déjà été énoncé dans ce rapport, la forêt est aujourd'hui presque communément reconnue comme ayant un impact positif sur les ressources en eau. L'analyse effectuée précédemment vient corroborer ce constat. Si l'influence de la forêt sur l'eau a été étudiée sous maints aspects, le critère économique est toutefois peu considéré. C'est pourquoi une action conjointe entre l'Institut national de recherche agronomique (INRA) et l'Institut pour le développement forestier (IDF) est menée en ce sens et a déjà abouti à quelques méthodes d'évaluation (Fiquepron, 2008).

Il convient de distinguer deux types de méthodes d'évaluation classiquement employés dans le domaine de l'environnement :

- les méthodes directes, qui sont basées sur les réponses d'individus à des scénarii hypothétiques ;
- les méthodes indirectes, qui sont basées sur l'observation des comportements et sont de ce fait plus objectives.

Ces deux types de méthodes ont été exploités par l'INRA et l'IDF pour tenter d'évaluer le service rendu par la forêt pour la production d'eau potable.

Les méthodes d'évaluation indirectes

Il existe principalement deux types de méthodes indirectes, basées sur des données différentes (Fiquepron, 2008) :

- Les dépenses engendrées par la protection des points de captages. Ces dernières permettent d'évaluer un « consentement à payer minimal ». Il est dit minimal car celui qui engage cette action de protection peut attribuer une valeur plus élevée au service rendu. Cette méthode peut être complétée par l'évaluation des coûts évités, notamment dans le cadre des boisements de protection qui permettent par exemple de ne pas mettre en place de station de traitement, de ne pas prospecter d'autres ressources... C'est le cas de la ville de Rennes, qui sera détaillé plus loin dans ce rapport.
- L'étude des dommages. Cette méthode s'attache à associer un coût à une modification de l'environnement. Celui-ci peut être évalué par un volume d'eau rendu inexploitable par cette modification, par un surplus d'analyse, par une opération de nettoyage des ouvrages... Cette méthode s'applique plutôt dans le cadre d'un boisement déjà en place, par exemple pour une exploitation de coupe ayant rendu les eaux impropres à la consommation. Ce type d'analyse pourrait être appliqué à la commune de Querrien qui, en raison de pratiques agricoles peu adaptées, a dû mettre en place un programme de suivi des résidus azotés afin d'équilibrer les apports.

La méthode d'évaluation directe (Dachary-Bernard, 2007)

Cette méthode, dite méthode des choix multi-attributs, a été imaginée par Dachary-Bernard, qui l'a expérimentée dans le Finistère. Elle est inspirée d'un modèle employé dans le marketing et consiste en la

décomposition d'un bien pour l'évaluer par plusieurs attributs principaux. L'attribut monétaire en fait bien évidemment partie. Ces attributs sont ensuite combinés à différents niveaux pour obtenir plusieurs scénarii qui sont proposés aux acteurs concernés.

Les monts d'Arrée, au cœur de la Bretagne, se prêtaient parfaitement à la mise en oeuvre d'une telle méthode, notamment en raison de la modification des paysages bocagers engendrée par un remembrement. Ce n'est donc pas directement le service rendu des boisements par rapport à la qualité de l'eau qui a été évalué mais plutôt celui rendu au niveau paysager. L'attribut monétaire prend alors la forme d'une taxe que seraient prêts à payer les usagers du site en fonction de tel scénario. Ce projet s'est conclu par une préférence pour une lande très arborée avec un consentement moyen à payer de 17,7 €/an pour atteindre cet objectif.

L'emploi de cette méthode met donc en évidence le fait que les individus interrogés attachent une importance réelle à un environnement boisé synonyme pour eux d'une certaine qualité de vie. Il est ainsi aisément concevable qu'un résultat allant dans le même sens puisse être obtenu pour estimer le consentement à payer des individus pour une eau dite « naturelle » provenant d'un milieu forestier.

La contractualisation (Fiquepron, 2008)

Cette logique de paiement des services environnementaux est relativement difficile à appliquer dans le contexte actuel. La contractualisation de tels services est néanmoins envisagée par quelques études (Wunder et al., 2008 ; Fiquepron, 2008).

Le principe du paiement du service rendu par la forêt par rapport à l'eau potable peut revêtir divers aspects. La collectivité pourrait en effet indemniser les forestiers uniquement à hauteur des surcoûts engendrés par une gestion particulière dans les zones sensibles ou alors les rémunérer à hauteur du service rendu, c'est à dire par la part de bénéfice que réaliserait la collectivité avec une gestion sylvicole attentive par rapport aux frais qu'engendrerait une gestion classique sans prendre garde à la ressource en eau (Cf. Figure 7). Toutefois, il est actuellement très difficile d'évaluer réellement l'impact de diverses pratiques sur la qualité de l'eau. Ainsi, la contractualisation est délicate à mettre en place.

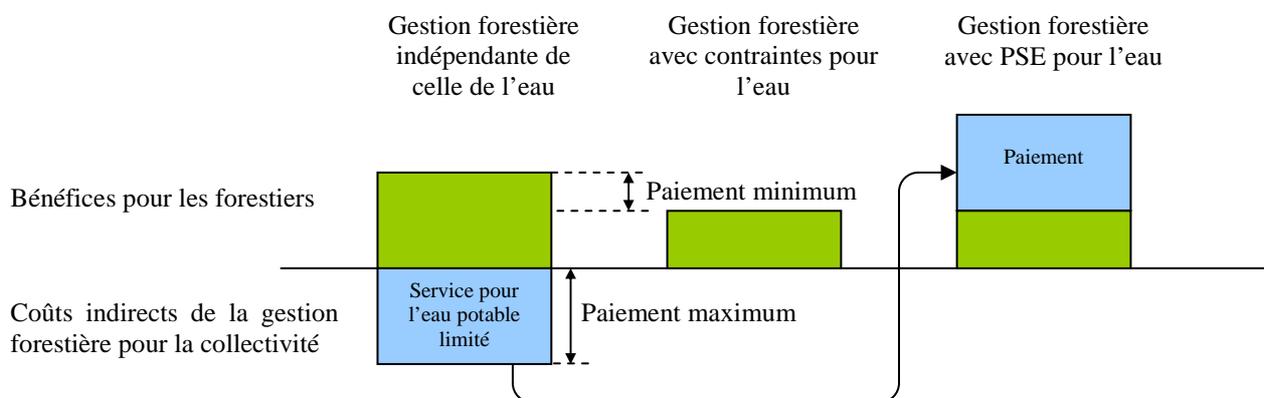


Figure 7. La logique du paiement des services environnementaux (Sources : Fiquepron, 2008 ; Wunder et al., 2008)

Cela pourrait être appliqué à la forêt domaniale de Fougères, qui fournit une eau permettant de rendre le mélange des drains distribuable en tant qu'eau potable. De plus, la zone étant propriété de l'État, la ville n'est pas obligée d'acquérir le périmètre immédiat. La surface concernée étant tout de même importante, cela représente une perte de revenu pour l'ONF, ce qui pourrait faire l'objet d'une contractualisation.

L'exemple de la ville de Munich (Pointereau, 2001)

La ville allemande de Munich est un exemple internationalement reconnu dans le cadre de la protection des eaux. L'alimentation de celle-ci se fait à plus de 60 % par une eau issue d'un milieu naturel sans aucun traitement préalable.

En effet, l'agglomération exploite depuis 1970 un aquifère dont le bassin versant s'étend sur un peu plus de 5 000 ha. Ce dernier est à 56 % boisé, le reste étant exploité en agriculture raisonnée ou biologique (63 % de l'activité agricole). La ville de Munich possède 1 600 ha de forêt et soutient le développement de

l'agriculture biologique sur la zone en proposant des subventions qui s'élèvent au total à 820 000 €/an. De cette manière, elle parvient à produire une eau dont le taux de nitrates se situe aux alentours de 10 mg/l.

La gestion forestière est quant à elle assurée par un service de la ville et est spécifique à l'objectif de protection de la ressource. Les coupes rases sont par exemple proscrites, le mélange feuillu est favorisé, les travaux sont effectués en hiver... Le revenu moyen tiré de cette forêt est environ 5 fois moindre que celui obtenu par une sylviculture classique avec un objectif de production (11,5 €/ha/an contre 61 €/ha/an). Toutefois, ce surcoût, ainsi que l'investissement réalisé pour développer l'agriculture biologique, sont compensés par l'économie qui découle de l'absence de traitement. En effet, si l'on considère que le coût d'une simple dénitrification est estimé en France à 0,27 €/m³, cela surpasse largement les 0,08 centimes d'euros supplémentaires investis dans une gestion forestière adaptée.

	Agriculture	Forêt
Maîtrise foncière	Très faible (3 fermes)	Généralisé (1600 ha)
Surface concernée dans le périmètre	2300 ha dont 1450 ha en bio (+ 1300 ha avec les terres hors périmètre)	2900 ha dont 1600 ha en propriété
Mise en place des politiques écologiques	1991 : démarrage du programme de conversion à l'agriculture biologique	1880 : premier achat de forêt 1900 : boisement de terres agricoles complété entre 1950 et 1970. Depuis, politique de diversification des boisements.
Emploi	Élevé : 1/20 ha	1/86 ha en comptant la gestion
Paysage induit	De qualité	Fermé mais nombreux chemins en forêt
Coût à l'hectare pour la société des eaux	281 €/an	50 €/an
Coût rapporté au m³ d'eau produit	1 centime d'€	0,08 centime d'€

Tableau 5. Comparaison et complémentarité des choix de la ville de Munich en matière de protection de l'eau (Source : Pointereau, 2001)

Ainsi, le service rendu par la forêt est aisément mesurable par la méthode d'évaluation indirecte décrite auparavant. En effet, la politique menée permet d'éviter la dénitrification (au minimum car on ne considère pas qu'il faudrait prospecter de nouvelles sources ou entreprendre un traitement plus conséquent sans cette politique). Ainsi, le gain par m³ produit s'élève à 0,2692 € sous forêt et 0,26 €/an grâce à l'agriculture raisonnée et biologique. Sachant que ce système produit 80 millions de m³/an et en tenant compte de la répartition de l'occupation des sols sur le bassin versant, la ville de Munich économise donc plus de 2,12 millions d'€/an.

L'exemple de la ville de Rennes

La ville de Rennes présente une politique quelque peu similaire à celle de Munich, mais dans des proportions différentes. Elle concilie en effet agriculture raisonnée et boisement sur le site étudié précédemment qui produit 2,7 millions de m³/an. Contrairement à l'agglomération allemande, les boisements ne sont pas anciens mais ont été établis récemment dans l'optique de protéger la ressource en eau.

Les coûts inhérents à la protection des captages peuvent être regroupés sous deux grands aspects :

- dépenses liées au boisement de 71,5 ha :
 - 42 000 € pour la maîtrise d'oeuvre ;
 - 450 000 € pour les travaux et 3 ans d'entretien (6300 €/ha) ;
 - 600 000 € pour les acquisitions foncières.
- Dépenses liées aux actions d'animation : 1 780 000 € pour la période 1996-2006.

Le total de ces dépenses de protection sur 10 ans ramené au m³ d'eau produit s'élève à 0,16 €, dont 0,04 € liés uniquement aux boisements.

En optant pour une protection de la ressource, la ville a réalisé des économies de prospection ou d'investissements dans de nouvelles installations. En effet, les drains ne bénéficiant pas de traitement, 75 % d'entre-eux n'étaient pas utilisables pour la production d'eau potable jusqu'en 2001 (Daniel Helle, communication personnelle). Aujourd'hui, la totalité des drains est exploitée et le volume prélevé permet de subvenir aux besoins de l'agglomération qui a vu sa population fortement augmenter depuis quelques années.

Les coûts ainsi évités au niveau des drains du secteur de Rennes I sont estimés à 41 150 000 € (travaux d'interconnexion avec une usine d'eau potable à l'estuaire de la Vilaine). Si l'on rapporte cet investissement au volume produit sur 10 ans par les drains de Rennes I (environ 27 millions de m³), le coût du m³ s'élèverait à 1,50 €. Il faudrait de plus ajouter à ce dernier le prix d'achat de l'eau car elle ne serait plus propriété de la ville.

Ainsi, la démarche préventive entreprise par la ville de Rennes au niveau de ses drains s'avère dix fois moins onéreuse qu'une démarche curative.

4.1.2. L'acquisition foncière des terrains en PPC

L'intérêt de la maîtrise foncière

L'eau et sa qualité sont liées au milieu dans lequel elle s'écoule. Les périmètres de protection de captages permettent de se focaliser sur des zones prioritaires quant à la conservation ou la reconquête de cette qualité. Aussi, la vision de telles parcelles peut être bien différente selon leurs propriétaires.

En effet, outre les contraintes imposées par l'État et les directives européennes, un agriculteur a finalement peu d'intérêt (si l'on excepte son éthique) à mettre en oeuvre des mesures de protection de la ressource sur les parcelles qui lui appartiennent. D'autant plus que l'eau qu'il utilise ne provient pas toujours du même bassin versant. La qualité de l'eau passant dans un champ n'a effectivement aucune répercussion sur la valeur de celui-ci et aucun revenu supplémentaire n'est généralement perçu par un agriculteur mettant tout en oeuvre pour obtenir cette qualité. En outre, le marché incite plutôt l'exploitant à s'orienter vers des pratiques intensives pour sécuriser son revenu. En effet, le coût des intrants paraît faible par rapport au prix de vente des matières agricoles (Rosenberg, 2007).

Ainsi, les risques de pratiques néfastes pour la ressource en eau sont bien réels. Aussi, l'acquisition des parcelles constituant les PPC apparaît comme une excellente alternative face à ce problème. Bien sûr, cela représente un investissement sur le court terme pour la collectivité qui peut paraître très conséquent en comparaison du coût de l'instauration de servitudes, mais cela permet aussi d'éviter des coûts de traitement de l'eau qui, à long terme, peuvent s'avérer plus onéreux.

Néanmoins, il existe des limites au bénéfice économique à long terme apporté par l'acquisition des parcelles du PPC. Dans certains contextes d'agriculture très intensive par exemple, la perte de revenu induit par l'application de restrictions sera bien plus élevée que le coût de potabilisation. Ainsi, des collectivités préfèrent abandonner les captages concernés pour se raccorder à d'autres sites où le respect des normes de qualité est économiquement rentable. De même, le coût de traitement de l'eau est parfois bien inférieur à celui d'actions tentant de réduire la pollution à la source.

L'exemple de Mûr-de-Bretagne est particulièrement flagrant en ce qui concerne l'intérêt de la maîtrise foncière. En effet, la négligence de l'agriculteur implanté sur les captages de Toul Du peut engendrer des coûts supplémentaires de traitement de l'eau que doit assumer la commune. L'acquisition des terrains sensibles par la collectivité permettrait de pallier ce problème.

Les indemnités et aides

L'acquisition des terres par une collectivité peut se faire principalement de deux manières : soit elle procède à un échange de parcelles avec le propriétaire en proposant un terrain équivalent hors des périmètres de protection, soit elle lui verse une indemnité calculée à partir de la valeur vénale du terrain convoité. Aussi, cela s'effectuant généralement à l'amiable, il n'existe pas de formule générale pour la réalisation de ce calcul.

En outre, en faisant appel aux divers organismes concernés par le problème de la qualité de l'eau (agence de l'eau, conseil régional, syndicat départemental des eaux, conseil général), une collectivité peut atteindre 80 % de subventions dans le cadre de ses acquisitions foncières.

4.1.3. L'application des servitudes

La voie contractuelle

Lorsque la collectivité décide d'acquérir les terrains constituant les PPC afin d'avoir une meilleure maîtrise de ceux-ci, elle doit généralement faire un choix entre la continuité de l'exploitation agricole en

place ou le boisement. Ce dernier mode d'occupation permet d'éviter de nombreux risques de pollution. En revanche, soit par volonté de la collectivité, soit parce que le contexte économique et social ne permet pas de boiser les terrains, le maintien de l'activité agricole est parfois décidé. Il peut alors être encadré de diverses manières. Il existe en effet 3 types de contrats liant les agriculteurs et le propriétaire des parcelles.

Le premier est le bail environnemental, permis par la loi d'orientation agricole du 5 janvier 2006 et concrétisé par le décret du 8 mars 2007 qui en fixe les conditions d'application. Auparavant, le fermage interdisait au bailleur de limiter la liberté d'exploiter du preneur¹⁶. Le décret de 2007 précise notamment que le prix d'un bail peut être inférieur aux limites fixées par arrêté préfectoral, ce qui revient à attribuer un coût à la protection de la ressource. Ce type de contrat est établi sur 9 ans, de la même manière qu'un bail rural classique et le fruit de l'exploitation de la parcelle revient à l'agriculteur.

Avant la divulgation du décret précédent, le prêt à commodat était un moyen de contourner les contraintes imposées par la loi de 1964. En effet, l'article L411-1 du code rural stipule que cette loi est valable pour toute mise à disposition onéreuse. Céder gracieusement l'usage des terres permettait donc à la collectivité d'imposer des contraintes environnementales. Toutefois, cette dernière ne touche alors aucun revenu. Là encore, il s'agit d'une valorisation économique de la protection de la ressource qui peut être assimilée au prix de location de la terre.

Enfin, le contrat d'entreprise permet lui aussi à une collectivité de parvenir à ses fins en matière de reconquête de la qualité de l'eau. Le principe est d'engager un entrepreneur de travaux agricole en échange d'une rémunération. Celui-ci doit alors se plier aux contraintes émises par le propriétaire et ne bénéficie pas des produits provenant de l'exploitation.

	Bail environnemental	Prêt à commodat	Contrat d'entreprise
Durée	9 ans renouvelables automatiquement	1 an minimum	1 an
Valeur économique du service rendu par l'agriculteur	Fruit de l'exploitation de la parcelle ; Sous-évaluation du bail	Fruit de l'exploitation de la parcelle ; Prêt gratuit	Rémunération de l'entrepreneur
Revenu pour la collectivité	Bail versé à la commune	L'agriculteur peut avoir à sa charge la taxe foncière de la parcelle	La collectivité peut valoriser la récolte
Dans quel cas l'appliquer ?	Exploitation d'une parcelle susceptible de dégager une marge significative	Si la marge dégagée par l'exploitation est supérieure aux frais d'entretien	Lorsque aucun exploitant n'est intéressé pour exploiter la parcelle à titre gracieux

Tableau 6. Comparaison des différents contrats permettant à une collectivité de contrôler les pratiques agricoles.

Si l'on reprend le cas de Mûr-de-Bretagne, l'acquisition des parcelles les plus sensibles permettrait soit de les boiser, soit de s'assurer les services d'un agriculteur adhérent aux prescriptions proposées par l'arrêté de DUP. En effet, le non respect de ces dernières par l'exploitant en place actuellement pose la question de l'efficacité d'un contexte uniquement réglementaire. Les moyens de contrôle sont rares et l'efficacité n'est donc pas toujours celle que l'on attend. En développant sa maîtrise foncière et en optant pour la voie contractuelle, la collectivité peut imposer plus aisément ses contraintes.

L'indemnisation des préjudices engendrés

Si les mesures prises pour assurer la protection de la ressource induisent une perte de revenu ou des coûts supplémentaires pour l'agriculteur ou le propriétaire de la terre (dans le cas où celui-ci n'est pas la collectivité), des indemnités peuvent lui être versées. Celles-ci sont calculées individuellement et peuvent être divisées en deux catégories : les indemnités générales parcellaires et forfaitaires et les indemnités particulières (Conseil général des Côtes d'Armor, 2005).

Les indemnités générales sont calculées en tenant compte des contraintes engendrées par la mise en place des périmètres de protection.

¹⁶ La loi de 1964 stipulait que « Les statuts de fermage ont été déposés de manière à ce que le preneur du bail puisse gérer, organiser son exploitation et l'adapter à ces besoins économiques sans que le bailleur puisse s'y opposer ».

Pour les propriétaires, il s'agit d'un pourcentage représentant la réduction de la valeur vénale de la terre. La formule de calcul est la suivante :

$$I_p = V \times N_p$$

Avec : I_p : indemnité parcellaire du propriétaire

V : valeur vénale de la parcelle

N_p : pourcentage appliqué selon la nature des parcelles et le niveau de contrainte

Pour les exploitants, l'indemnité correspond à un pourcentage de l'indemnité d'éviction. Cette dernière résulte d'un protocole entre la chambre d'agriculture et les services fiscaux qui vise à indemniser les agriculteurs évincés à la suite d'une procédure d'expropriation. Le préjudice compensé correspond à une limitation de l'usage du sol et à des contraintes d'exploitation spécifiques. La formule de calcul est la suivante :

$$I_e = E \times N_e \times C$$

Avec : I_e : indemnité parcellaire de l'exploitant

E : indemnité d'éviction

N_e : pourcentage appliqué selon un barème précis

C : coefficient tenant compte de la part de la surface totale de l'exploitation prise en compte dans les périmètres ($C = 1$ de 0 à 10 % d'emprise puis augmente de 0,1 par tranche de 10 %)

Quant aux indemnités particulières, elles peuvent s'appliquer dans des cas non pris en compte par les indemnités générales comme la présence de bâtiments agricoles dans les périmètres de protection ou encore des pratiques et usages spécifiques.

Le cas du boisement

Lorsqu'une collectivité est propriétaire des terrains inclus dans les périmètres de protection de ses captages, elle peut choisir le boisement comme alternative à l'activité agricole. Elle dispose alors d'aides financières qui peuvent lui être accordées dans ce cadre. Un particulier est aussi éligible dans ce cadre pour la plupart des organismes attribuant de telles subventions.

Les propriétaires des parcelles peuvent ainsi espérer 80 % d'aides pour cette opération. Celles-ci proviennent de l'État, de l'agence de l'eau concernée, de la région et du conseil général.

En revanche, dans le cas d'une parcelle déjà boisée lors de l'instauration des périmètres de protection, aucune indemnisation des servitudes imposées n'est possible. En effet, même si la mise en place de ces périmètres engendrent des contraintes au niveau de l'exploitation forestière, il est clairement précisé dans les protocoles d'accord que les parcelles boisées ne bénéficient d'aucune indemnité, que ce soit pour le propriétaire ou pour l'exploitant.

4.1.4. Quelques méthodes de rémunération du service rendu (Combe, 2002)

Certaines collectivités, conscientes du coût engendré par des mesures adaptées à la préservation de la ressource et de sa qualité, ont d'ores et déjà mis en place des systèmes permettant d'apporter un soutien financier aux acteurs de cette gestion.

C'est le cas de la ville de Lausanne en Suisse qui prélève 2 centimes de franc suisse (soit 0,013 €) par m³ d'eau potable consommé pour alimenter un fonds soutenant des activités de développement durable. Mise en place depuis 2001, cette mesure permet de récolter environ 2 millions d'€/an et profite notamment au domaine forestier.

Basé sur le même système, la Basse-Saxe (au Nord-Ouest de l'Allemagne), prélève un « centime d'eau ». Cette action est prévue par la loi. De plus, la ville de Hanovre réserve un pourcentage des factures d'eau potable pour financer des activités de protection de la ressource. La conversion des forêts monospécifiques résineuses en peuplements mixtes est ainsi prise en charge afin de créer des forêts « à eau potable ».

Au Nord de l'Allemagne, la volonté d'améliorer les forêts productrices d'eau potable a engendré la création d'une association, le « Verein Klimaschutz durch Wald e.V. ». Celle-ci recueille des fonds et organise la reconversion des forêts monospécifiques résineuses en forêts mixtes.

Toujours en Allemagne, la ville de Munich encourage par des mesures incitatives les pratiques d'agriculture biologique sur les périmètres de protection. Ces mesures s'élèvent à 820 000 € pour un bassin versant d'environ 5 000 ha.

Ces exemples, majoritairement mis en oeuvre en Allemagne, sont facilement transposables sur le territoire français. En effet, prélever quelques centimes d'euro par m³ d'eau consommé est une bonne manière de recueillir des fonds pouvant rémunérer les services rendus soit par la forêt, soit par des pratiques agricoles raisonnées. Toutefois, il convient de noter que dans les exemples allemands, c'est le problème de la forêt monospécifique résineuse à vocation productiviste qui est la principale cible des actions entreprises. Or, cette problématique n'est pas généralisée en France. En effet, ce sont véritablement les modalités de gestion contraignantes que ces aides doivent encourager, un peu plus à l'image de ce qu'a engagé la ville de Munich.

Aussi, le financement des actions de préservation et de restauration du bon état des eaux est assuré dans l'hexagone par les agences de l'eau. En effet, d'un principe quelque peu similaire à celui mis en oeuvre dans les exemples ci-dessus, elles mettent à contribution les usagers de l'eau en prélevant une redevance sur les volumes consommés. C'est le principe de la récupération des coûts, qui fait partie des objectifs principaux recensés dans la DCE. En revanche, si ces subventions interviennent efficacement lors du lancement et de la concrétisation de projets, il n'existe pas réellement de compensation financière à plus long terme, c'est-à-dire pour la gestion quotidienne de ces problématiques. De plus, ces aides financières laissent une part importante à l'autofinancement puisqu'elles n'interviennent en moyenne qu'à hauteur de 30 % (Ferry, 2004b).

La rémunération du service rendu par le boisement n'existe donc qu'au stade de l'expérimentation ou n'est engagée que de manière ponctuelle et localisée. Aussi, si ce système se développe dans le contexte de plantations de périmètres de protection de captages où la prise en charge des coûts engendrés semble consentie par le grand public, la rémunération du même service assuré par des forêts existantes est loin d'être acceptée de la même manière (Ferry et Barthelon, 2007). En effet, alors que des indemnités sont prévues pour les propriétaires ou exploitants de parcelles agricoles incluses dans les périmètres de protection, les terres boisées sont exclues de ce système, ce qui, si l'on considère la moindre rentabilité d'une forêt ayant un rôle de protection de l'eau, ne devrait pas être le cas.

4.2. Les aspects politiques

Lorsque l'aspect politique de la protection de l'eau est abordé avec les représentants des collectivités en charge des captages, deux points principaux ressortent :

- le manque de coordination entre les politiques agricoles et la volonté de reconquête de la qualité de l'eau ;
- les réticences de certains élus à engager des financements dans des projets de protection.

4.2.1. Politiques agricoles et reconquête de la qualité de l'eau

Plusieurs témoignages d'élus reflètent la complexité de ce problème. En effet, ils dénoncent un manque de volonté de la part des institutions agricoles pour faciliter les démarches de protection de la ressource.

C'est le cas de certains maires, qui avaient réalisé un travail de prospection et établi l'emplacement d'un captage et qui se font par exemple « doubler » par un agriculteur à qui la priorité est donnée pour s'installer sur les mêmes terrains. De la même manière, comme c'est le cas sur les drains de Rennes, la tendance au regroupement des troupeaux crée une augmentation des cheptels et ainsi une pression locale plus forte contraire aux objectifs de protection de la ressource... Voici donc quelques exemples qui prouvent la divergence existante entre les objectifs des acteurs œuvrant pour la protection de l'eau et ceux responsables du développement agricole. Pourtant, ces deux compétences étaient incluses dans les attributions d'un seul et même service d'État qui est la direction de l'agriculture et de la forêt. Cet organisme est régulièrement montré du doigt dans la gestion de tels conflits. Aujourd'hui, la situation a évolué, le domaine de la protection de l'eau étant devenu un attribut de la DDASS. Aussi, même s'il semble légitime de se demander si séparer les deux compétences dans des services distincts permettra de résoudre le problème de coordination des politiques, la désignation de la DDASS pour mettre en oeuvre les périmètres de protection et réaliser le suivi des procédures permet de s'assurer d'une certaine impartialité.

Pourtant, la politique agricole actuelle concernant la protection des eaux se veut dynamique et systémique, afin de ne plus limiter les initiatives à des contextes locaux. En effet, la prime dite « herbagère agro-environnementale » mobilise actuellement 200 millions d'euros par an (Ferry et Barthelon, 2007). Cette mesure, qui vise à pérenniser un couvert protecteur des sols et des eaux, représente les plus importantes dépenses du règlement de développement rural (RDR). Cela prouve l'intérêt des politiques agricoles par rapport au domaine de l'eau. Aussi, ce même règlement prévoit la possibilité de mesures « sylvi-environnementales » qui n'ont toutefois fait l'objet d'aucune mise en oeuvre actuellement.

Enfin, le problème de communication entre les services de l'eau et le domaine agricole est parfois soulevé. Certains responsables de collectivité soulignent par exemple que les données sur l'activité agricole autour des points de captages sont particulièrement difficiles à obtenir. Les services publics n'œuvrent pas dans le sens d'une mutualisation des informations pour permettre une meilleure connaissance du problème et permettre ainsi une gestion plus efficace. Dans le cadre de ce travail, il m'a par exemple été impossible d'obtenir une quelconque donnée à propos des bilans azotés des exploitations à proximité des captages.

Une coordination des différents acteurs œuvrant sur les bassins versants considérés permettrait aux porteurs des projets de protection de l'eau d'adapter leurs actions. En effet, une meilleure connaissance du contexte agricole faciliterait le dialogue entre les différents protagonistes et ciblerait les zones prioritaires.

4.2.2. Politique forestière et gestion de l'eau

De la même manière que les politiques agricoles, les outils de la politique forestière ne sont pas conçus pour être mis en oeuvre parallèlement à ceux concernant la gestion de l'eau. En effet, l'état des lieux mené sur ces outils par le programme LIFE eau et forêt a démontré, que ce soit au niveau local avec les SAGE et CFT ou à plus grande échelle avec les SDAGE et ORF, que ces outils ont été conçus et sont mis en oeuvre séparément (Ferry et Barthelon, 2007). Les observations faites dans le cadre de ce projet montrent que les acteurs des différents domaines ont tendance à se restreindre au champ d'action qui les concerne sans se concerter avec l'autre partie. De manière plus précise, une enquête a permis de mettre en évidence une méconnaissance des outils forestiers par les acteurs de l'eau alors que la bonne communication de ces derniers permet aux forestiers de relativement bien connaître les outils ayant attrait au domaine de l'eau.

Ce problème met en évidence les lacunes existant dans une politique et des pratiques qui évoluent dans le même sens et se veulent territoriales. Les acteurs des différents domaines doivent être consultés systématiquement et intégrés aux différents projets afin de parvenir à une gestion réellement intégrée des bassins versants. Dans le cadre des captages de Mûr-de-Bretagne ou encore de Châteaulin, les responsables rencontrés n'étaient par exemple pas en mesure de dire si un personnel ONF était en charge de la gestion des parcelles boisées alentours, ce qui met le point sur un manque de concertation important.

4.2.3. L'acceptation de la protection par les élus

Lors des différents entretiens effectués, il est apparu que le problème de la difficile mise en oeuvre d'une politique de protection de l'eau au niveau d'une collectivité intervient parfois au sein même de cette collectivité. De tels projets représentent en effet un investissement non négligeable. Or, certains élus considèrent que ces coûts ne doivent pas être assumés par la collectivité. Ils pensent que cela n'est pas légitime car la ville n'est pas, de leur point de vue, directement responsable de la dégradation de la ressource. Ceux-ci craignent des investissements perdus qui devraient être à la charge des organismes agricoles qu'ils tiennent pour responsables de cette dégradation. Cela rejoint la difficile mise en oeuvre des politiques agricoles conjointement à l'objectif de protection de l'eau.

En revanche, il ressort des entretiens qu'à force de conviction, de réalisations et de chiffres probants, les personnes récalcitrantes acceptent le projet de meilleure manière. Cela montre que la volonté de protection de la ressource n'occupe pas encore la place que beaucoup voudraient lui donner au sein des préoccupations d'un conseil municipal. La responsabilité de la collectivité distributrice, qui est aujourd'hui mise en exergue par la loi, n'est pas encore acceptée par tous.

4.2.4. La responsabilité des collectivités

Les collectivités sont théoriquement responsables de la qualité de l'eau potable qu'elles distribuent. Toutefois, la responsabilisation de certaines communes semble difficile. Cette notion paraît d'ailleurs encore floue d'après les dires de nombreux spécialistes entendus lors du « carrefour des gestions locales de l'eau »

qui a eu lieu cette année à Rennes. En effet, si les communes sont dites responsables, l'État ne sanctionne pas celles qui ne sont pas en règle et ne corrige pas les défauts de procédure. Ceci a pour effet de relativiser l'article L. 1321-7 du code de la santé publique selon lequel « toute personne publique ou privée responsable d'une production ou distribution d'eau au public, en vue de l'alimentation humaine (...) est tenue de :

- Surveiller la qualité de l'eau qui fait l'objet de cette production ou distribution (...);
- Se soumettre au contrôle sanitaire ;
- Prendre toutes les mesures correctives nécessaires en vue d'assurer la qualité de l'eau (...). »

De cette manière, certaines communes, même de grande ampleur comme celle de Fougères, sont en défaut vis-à-vis de la loi. Ainsi, la réglementation telle qu'elle est appliquée aujourd'hui ne semble pas suffire à la bonne mise en œuvre de la protection de la ressource. La mise en place d'une surveillance non pas passive mais incitative de la DDASS ainsi que de sanctions visant à pénaliser les communes ne respectant pas la réglementation me paraît être une des seules alternatives efficaces face à ces dérives. En effet, 17 ans après la divulgation de la deuxième loi sur l'eau instaurant l'obligation de protéger les captages par des périmètres, il est anormal que des communes alimentant plus de 20 000 personnes en eau potable ne la respectent toujours pas.

4.3. L'aspect social

4.3.1. La modification des pratiques

La reconquête de la qualité de l'eau dans le milieu agricole passe notamment par le développement des mesures agro-environnementales (MAE). La conversion en agriculture biologique, l'implantation de cultures intermédiaires ou encore l'absence de traitements herbicides sont considérés comme telles. Les MAE sont des engagements contractuels volontaires qui font l'objet de financements compensant les pertes ou surcoûts engendrés par la modification des pratiques. La ville de Rennes représente un bel exemple de réussite dans la promotion de tels programmes.

Cette volonté de tendre vers des pratiques plus respectueuses de l'environnement est aujourd'hui clairement affichée mais la difficulté est de parvenir à une activité économiquement viable pour les agriculteurs. Malgré des aides financières, notamment de l'agence de l'eau, et un encadrement permettant de s'initier à ces nouvelles pratiques, leur mise en place est freinée par plusieurs aspects (Rosenberg, 2007) :

- dans certains cas, la prime ne compense pas les pertes subies par les agriculteurs ;
- des difficultés techniques sont rencontrées lors de leur mise en œuvre (gestion des effluents d'élevage par exemple) ;
- la mise en place de cultures pièges à nitrates représente un travail supplémentaire ;
- la durée du contrat, selon certains agriculteurs, ne permet pas de s'adapter aux évolutions du marché ;
- la valeur vénale des parcelles concernées risque de diminuer ;
- des mesures qui deviendraient plus contraignantes à l'avenir sont craintes.

Ces difficultés relèvent d'un caractère que l'on peut considérer comme technique et devraient peut être faire l'objet de clauses supplémentaires ou d'adaptations selon les contextes. En revanche, certains facteurs revêtent un aspect plus social. Les relations entre les différents acteurs impliqués jouent par exemple un rôle très important dans la mise en place des MAE car il existe généralement un effet « groupe » entre les agriculteurs qui peut être décisif. Une bonne sensibilisation au problème de la ressource en eau peut les faire changer de pratiques alors qu'une démarche mal expliquée ou trop hâtive peut créer l'effet inverse. Il est notamment très important que les agriculteurs ne se sentent pas désignés comme responsables de la dégradation de la qualité de l'eau. En outre, il est parfois difficile d'évaluer l'efficacité réelle d'une pratique agricole par rapport à la qualité de l'eau, ce qui peut faire hésiter les exploitants à l'adopter.

Le rôle des collectivités et des divers organismes est donc prépondérant dans la décision des agriculteurs. La sensibilisation de ces derniers doit les rendre responsables et conscients mais non les inculper. Dans certaines communes comme à Saint-Jacut-du-Mené (22), le maire de la collectivité ainsi que le président du syndicat des eaux sont eux-mêmes agriculteurs. Selon le président actuel du syndicat de la Hutte, cela a permis d'instaurer un climat de confiance qui a grandement facilité les discussions ainsi que les décisions.

Dans le cas de la commune de Fougères, où la plupart des agriculteurs n'est pas réellement sensibilisée au problème de la protection de l'eau, il va être particulièrement difficile de mettre en œuvre les prescriptions du futur arrêté de DUP. L'avis de l'hydrogéologue agréé étant en cours, il semblerait bon qu'une campagne de prévention et de sensibilisation soit organisée auprès des exploitants. Cela permettrait de ne pas les surprendre et d'entamer une négociation qui risque de durer. En effet, certains sièges d'exploitation sont situés à quelques mètres seulement des ouvrages...

4.3.2. La formation initiale et continue

Les difficultés rencontrées pour modifier les pratiques agricoles mettent en avant un manque de formation des exploitants. En effet, ces derniers ne sont pas tous rompus aux pratiques raisonnées et voient parfois ces modifications comme des contraintes et non pas comme des améliorations.

Après discussion avec quelques agriculteurs, il ressort notamment qu'ils se plient à un cadre réglementaire dans leurs actions autour des captages. En effet, les prairies ou autres bandes enherbées sont obligatoires pour toucher les aides de la PAC mais cela ne veut pas dire que les pratiques ont évolué sur les parcelles non directement concernées. Pour certains, ces mesures sont une perte de terrain. De plus, la collectivité responsable ne les a pas toujours sensibilisés à la problématique de l'eau. À Fougères par exemple (35), les PPC ne sont pas en place et les agriculteurs contactés signalent qu'aucune démarche n'a été effectuée par la commune pour les former à ce problème. Ainsi, ils ne voient dans les restrictions que le côté contraignant et pas le côté utile. Pourtant, la formation des agriculteurs, tant au problème de l'eau qu'au développement des nouvelles pratiques, est un objectif affiché des projets agricoles départementaux¹⁷ (PAD) bretons. De même, l'une des lignes de conduite fixées par ce document est de positionner la profession agricole comme un acteur important de la politique de reconquête de la qualité de l'eau.

Aussi, si le boisement des PPC est aujourd'hui prôné comme une solution dans la reconquête de la qualité de l'eau, c'est avant tout parce que cet objectif est rarement atteint en maintenant une activité agricole. Le boisement est effectivement une alternative permettant pour la grande majorité des collectivités d'occuper les sols différemment et d'éviter le risque de pollution provenant d'un agriculteur peu concerné.

Ainsi, sur l'ensemble des sites étudiés, il semblerait particulièrement judicieux de mettre en œuvre des sessions de formation à des pratiques adaptées à la protection de la ressource. En effet, même lorsque les périmètres sensibles sont boisés, les exploitations agricoles ont encore un fort impact sur la qualité de l'eau (exemples de Saint-Jacut-du-Mené, Fougères, Querrien...). Aussi, il paraîtrait bénéfique que ces formations concernent l'ensemble des agriculteurs des bassins versants considérés, et non pas uniquement ceux concernés par les périmètres de protection.

4.3.3. La maîtrise foncière

L'application parfois difficile des servitudes mises en place au niveau des périmètres de protection ainsi que le manque de contrôle dans leur application ont déjà été évoqués dans ce rapport. Aussi, un excellent moyen de pallier ces problèmes réside en l'acquisition foncière des terrains constituant les périmètres de protection de captages par la collectivité responsable.

L'agence de l'eau Loire-Bretagne, dans son neuvième programme d'intervention (2007-2012), soutient ce type d'initiative par une subvention à hauteur de 30 %. Cela permet à la fois de protéger le captage d'une pollution accidentelle mais aussi de reconquérir la qualité de la ressource car l'encadrement des exploitants en place, si la collectivité décide de laisser les parcelles en exploitation agricole, devient alors plus aisé. On passe d'une démarche réglementaire, où l'agriculteur est contraint, à une démarche contractuelle, où celui-ci fait le choix d'exploiter en adhérant au projet de protection et à ses contraintes.

Cette démarche, bien qu'efficace, n'est pas toujours mise en œuvre. Plusieurs causes l'expliquent :

- la crainte du conflit de la part des représentants de la collectivité par rapport aux exploitants en place ;
- la difficulté de trouver un terrain d'entente entre les deux partis ;
- la considération d'un très faible risque potentiel de pollution par la collectivité.

¹⁷ Un PAD détermine les priorités de la politique d'orientation des productions et d'aménagement des structures d'exploitation dans le département. Il est rédigé par le préfet après consultation de la commission départementale d'orientation de l'agriculture.

Sur le dernier point, la collectivité considère que l'occupation actuelle des sols suffit à répondre aux objectifs fixés. Ainsi, l'acquisition des terrains semble superflue. C'est le cas de la communauté de communes de Crozon (captages d'Argol, 29) par exemple, qui possède en effet une très faible partie des terrains constituant les périmètres de protection. La bonne qualité de l'eau ne l'engage pas à avoir une politique d'acquisition très développée.

La crainte du conflit n'est pas un phénomène que j'ai pu rencontrer pendant mon stage. Pourtant, ce problème fait partie des facteurs bloquants recensés par l'agence de l'eau Loire-Bretagne (Agence de l'eau Loire-Bretagne, 1999a).

En revanche, la difficulté à acquérir les parcelles constituant les périmètres de protection rapprochée est souvent évoquée par les responsables des collectivités. Cette difficulté peut bien sûr venir du fait qu'un exploitant est récalcitrant et n'accepte pas les propositions d'indemnisation, mais elle peut aussi avoir une origine plus complexe. En effet, certains agriculteurs, qui doivent assurer la viabilité économique de leur exploitation, ne peuvent pas se permettre de diminuer la surface de cette dernière. Il existe pour répondre à cette crainte la possibilité d'échanger des terres entre la collectivité et le concerné mais un autre problème se pose alors. En effet, la parcelle objet de l'échange doit correspondre en surface et en qualité à celle que possède déjà l'agriculteur. Or ces caractéristiques ne sont pas toujours faciles à réunir. C'est par exemple le cas du syndicat des eaux de la Hutte (commune de Saint-Jacut-du-Mené, 22), qui a mis plus de 15 ans à trouver une parcelle correspondant à celle qui l'intéressait dans le périmètre de protection rapprochée de ses captages.

Enfin, plusieurs évolutions législatives ont permis de favoriser l'acquisition foncière des terres incluses dans les périmètres de protection de captages :

- le droit de préemption urbain sur ces parcelles a été mis en place par la loi sur la santé publique du 9 août 2004 ;
- la loi d'orientation agricole permet aux collectivités d'inclure dans leurs baux des clauses environnementales ;
- cette même loi oblige la SAFER (Société d'aménagement foncier et d'établissement rural) à informer les maires de toute déclaration d'intention de transaction sur leur commune.

4.3.4. La fréquentation publique

Dans certains contextes, la fréquentation du public peut devenir une nuisance à la qualité de l'eau. En effet, l'attrait de certaines zones pour des activités telles que la pêche, la randonnée, ou encore l'escalade, induit un risque potentiel de pollution. Cette pollution peut s'exprimer de plusieurs manières : présence de déchets, rejets polluants provenant des véhicules, amorces de pêche... Il est malgré tout difficile d'interdire l'accès à un site exposé à ces risques. L'une des alternatives qui peut être envisagée réside en la canalisation de la fréquentation. En effet, créer des sentiers visibles et balisés peut empêcher la fréquentation non contrôlée du site et ainsi concentrer les risques. Ce type de politique a été adopté par la ville de Rennes sur le site de la Chèze-Canut qui est une prise d'eau superficielle localisée au niveau d'un barrage. De plus, le fait de ne pas permettre l'accès direct aux véhicules peut aussi s'avérer bénéfique. Une zone de stationnement en retrait de la zone à risque évite par exemple les risques de pollution accidentelle.

En outre, l'aspect de protection de la ressource en eau doit être clairement affiché afin de sensibiliser les usagers à l'intérêt du site. De la même manière que pour les agriculteurs, une sensibilisation à la problématique de l'eau permet aux usagers de comprendre et non uniquement de subir les restrictions. Aussi, un affichage bien en vue et pédagogique peut toucher toutes les catégories d'usagers et attirer les plus jeunes sur l'intérêt de protéger la ressource.

4.4. Le boisement naturel

Lorsque le boisement des périmètres de protection de captage est évoqué, seule la notion de plantation semble être dans les esprits. Aucune expérience de boisement naturel n'apparaît en effet dans les études ou même dans les faits, si ce n'est sur des terrains que les collectivités ne possèdent pas et qui sont laissés en friche par leurs propriétaires, souvent en raison de servitudes trop contraignantes. Pourtant, sur ces terrains, quelques essences pionnières comme le bouleau, l'aulne ou encore le coudrier s'installent. Parfois même, quelques chênes font leur apparition. Pourquoi ne pas mettre ce potentiel à profit ?

4.4.1. Pourquoi envisager le boisement naturel ?

Sur l'ensemble des périmètres de protection de captage observés, certaines parcelles sont effectivement délaissées, permettant ainsi une colonisation naturelle. Prenons l'exemple de quelques terrains inclus dans les périmètres de protection rapprochée des sites de Mûr-de-Bretagne. Sur la zone de Botminy, l'activité agricole a laissé place à des peuplements de bouleaux et aulnes principalement avec un sous-étage important de genêts parsemé de quelques coudriers. Des pins sylvestres apparaissent aussi ponctuellement. Les arbres dominants ont entre 20 et 30 ans et semblent avoir une bonne croissance. Ainsi, le sol est occupé majoritairement de végétaux ligneux qui pourraient à priori jouer un rôle identique à celui des plantations.

De plus, si l'un des objectifs de la collectivité est à terme d'obtenir des essences précieuses desquelles elle peut tirer des revenus, des plantations complémentaires peuvent être réalisées suite à l'installation des peuplements pionniers. L'opération pourrait s'avérer à priori moins coûteuse qu'une plantation en plein. Aussi, le travail du sol serait moindre et l'impact des travaux serait ainsi minime sur la qualité de la ressource en eau.

En outre, tenter un boisement naturel peut être particulièrement opportun lorsque des semenciers d'essences plus nobles se trouvent à proximité du site. C'est le cas sur la commune de Carentoir (56) où certaines parcelles destinées à un boisement de protection futur sont pour l'instant des landes.



Photo 1. Boisement naturel en limite du périmètre de protection immédiate de Botminy (Source : Garaud, 2009)



Photo 2. En arrière plan, semenciers de chêne aux abords des parcelles plantées du site de Siloret à Carentoir (Source : Garaud, 2009)

Ces parcelles sont bordées de talus peuplés d'essences forestières. On y trouve notamment de gros chênes. Aussi, lorsque l'on observe un peu plus attentivement ces terrains, on constate qu'une régénération naturelle de chêne s'installe. Certes elle n'est pas très développée mais elle est bien présente. Aussi, tout porte à penser que si des semenciers de chênes se trouvent à proximité de zones naturellement colonisées par des essences pionnières, des semis pourraient être valorisés. On pourrait par exemple réaliser des trouées dans ces peuplements pionniers pour permettre au chêne de s'installer. De plus, les parcelles sont bien souvent d'anciennes terres agricoles possédant un sol fertile. Ainsi, le chêne (qui est d'ailleurs planté lors des boisements de périmètres de protection) pourrait y avoir de bonnes potentialités. En revanche, la colonisation naturelle peut engendrer des problèmes de relargage d'azote lors des éclaircies en raison de la forte proportion potentielle d'essences pionnières. Une sylviculture particulièrement attentive semble donc de rigueur pour minimiser ce problème.

Enfin, un boisement naturel complété de plantations ponctuelles est particulièrement propice au développement de la biodiversité, tant au niveau des peuplements que de la faune. C'est en effet le système qui permet d'être au plus proche du processus naturel.

4.4.2. Les arguments à l'encontre du boisement naturel

La principale cause de cette non-considération du boisement naturel est tout simplement que cette méthode n'est actuellement pas dans les mœurs bretonnes. En effet, laisser un terrain libre à la colonisation

naturelle apparaît plutôt comme un abandon qu'une valorisation. De plus, les anciennes terres agricoles concernées ont généralement un bon sol et sont donc aisément valorisables par des essences précieuses.

En outre, l'entretien de parcelles colonisées naturellement est généralement plus complexe que celui d'une plantation. En effet, particulièrement si l'on veut valoriser les essences précieuses en place, il faudra entreprendre des travaux pour permettre leur installation mais aussi pour optimiser leur développement. Ceci correspond bien souvent à du travail pied à pied un peu plus laborieux que des éclaircies en lignes.

De même, l'exploitation des bois à terme peut s'avérer plus difficile dans un boisement naturel. Les arbres n'ont en effet pas toujours le même âge, ne sont pas disposés de manière optimale pour cette opération et il faut aller les récolter en veillant à ne pas dégrader les peuplements alentours. Aussi, l'exploitation de tels peuplements dans un contexte de protection de la ressource en eau peut nécessiter des modes de débardage alternatifs. Mais il faut garder en tête que l'objectif premier de ces peuplements est bien la protection de l'eau et non pas la production de bois. De ce fait, éviter le passage de machines d'exploitation rejoint cet objectif principal.

Enfin, l'argument économique qui se base sur le fait que la mise en place d'un peuplement naturel est moins coûteuse qu'une plantation est, dans le contexte actuel, peu valable. En effet, pour une opération de boisement de périmètres de protection de captage, une collectivité peut obtenir jusqu'à 80 % de subventions.

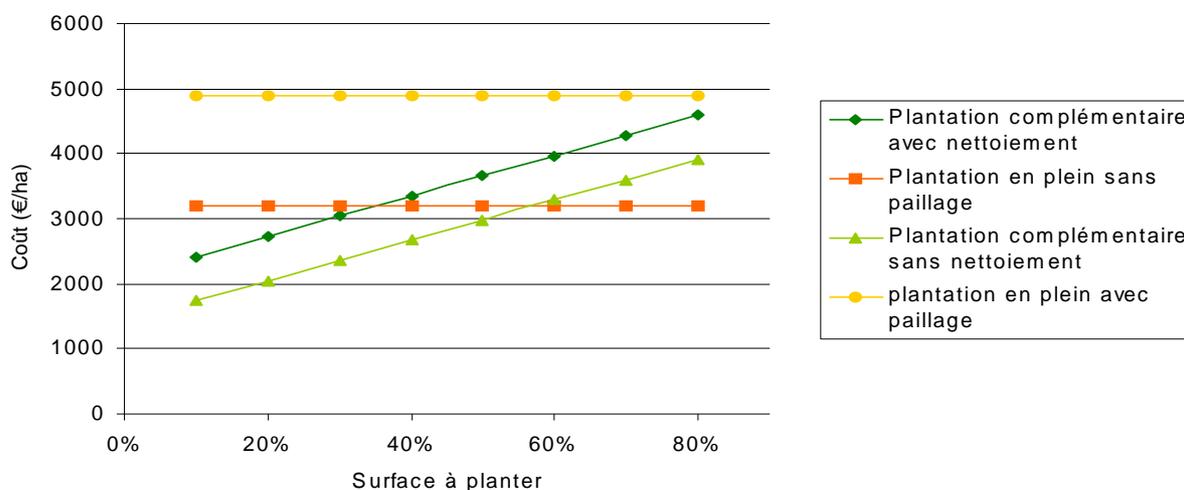
4.4.3. Coûts comparés d'une plantation de complément par rapport à une plantation en plein

Il n'existe pas aujourd'hui d'itinéraire sylvicole permettant de mener un peuplement d'accrus complété par des plantations de chênes et d'essences précieuses. Je me suis donc inspiré de celui proposé dans le cadre d'une régénération artificielle de chêne sessile avec accompagnement de feuillu naturel par Jarret (2004) dans son guide des sylvicultures de la chênaie atlantique.

Cet itinéraire technique de travaux sylvicoles est préconisé dans le cas où la régénération naturelle de chêne a échoué ou lorsque une substitution d'essence est recherchée. Il prend donc en considération des terrains forestiers et non des parcelles anciennement agricoles avec une première génération forestière. Certains travaux comme le broyage des grands rejets et la dévitalisation de souches ne sont donc pas à prendre en compte. De plus, la plantation de 1650 plants/ha est préconisée alors que dans le cas étudié, c'est plutôt un complément d'accrus naturels, en tenant compte des essences présentes et si possible en les valorisant, qui nous intéresse. J'ai donc pris des pourcentages indicatifs de surface à planter selon la densité d'accrus qui sera en place pour estimer les coûts induits par un tel itinéraire.

Quant à l'itinéraire pris en compte pour la plantation en plein, il est inspiré du cahier des charges imposé par l'ONF pour le boisement des captages de Saint-Jacut-du-Mené (22).

Les travaux sont évalués sur une durée de 10 ans, durée qui semble nécessaire à la mise en place d'un peuplement d'avenir. Les coûts pris en compte proviennent à la fois de devis de pépiniéristes, du catalogue des prestations de l'ONF et de ceux proposés dans le guide des sylvicultures de la chênaie atlantique.



Graphique 13. Coûts comparés d'une plantation en complément d'accrus naturels et d'une plantation en plein (Données : Jarret, 2004 ; ONF, 2008 ; Naudet, 2008)

Dans le cadre d'une plantation en compléments d'accrus, un nettoyage préparatoire à la plantation n'est pas nécessaire lorsque la densité du peuplement est faible. Deux scénarii sont donc proposés, l'un avec un nettoyage, l'autre sans. Dans le cadre d'accrus très denses mais où la présence d'essences nobles est rare, il est possible de réaliser des trouées afin d'en implanter. La plantation complémentaire peut aussi être envisagée sous forme de bandes pour un entretien facilité.

De même, les plantations en plein réalisées sur d'anciennes terres agricoles posent parfois des problèmes de concurrence herbacée. Aussi, selon les cas, un paillage des plants est nécessaire. Là encore, deux scénarii prenant en compte ou pas le coût supplémentaire (loin d'être négligeable !) du paillage sont proposés. Le détail des itinéraires techniques de travaux sylvicoles est consultable en annexe 13.

Si l'on considère une plantation de complément avec nettoyage préalable, elle semble financièrement avantageuse par rapport à une plantation en plein sans paillage si moins de 30 % de la surface sont déficitaires en régénération naturelle. Toutefois, les zones où le nettoyage est nécessaire sont généralement sujettes à un fort problème de concurrence. Aussi, dans ces mêmes zones, le succès d'une plantation en plein nécessitera certainement un paillage. A l'inverse, si un paillage ne s'avère pas nécessaire, il est probable qu'une plantation complémentaire puisse s'effectuer sans nettoyage.

Selon les contextes, une plantation en complément d'accrus naturels paraît donc nettement avantageuse par rapport à un reboisement artificiel en plein. En outre, le cas où la régénération naturelle couvrirait moins de 50 % de la surface à boiser semble, au vu des quelques parcelles délaissées que j'ai pu observer, peu probable.

4.5. Le bois énergie, une alternative possible ?

La production de biomasse est aujourd'hui en plein développement. Aussi, la création de taillis à courte révolution (TCR) ou à très courte révolution (TTCR) peut être envisagée dans le cadre de la valorisation d'une ancienne parcelle agricole. Toutefois, est-ce compatible avec l'objectif de protection de l'eau ?

Les TCR ou TTCR sont des cultures plutôt agricoles qui pourraient être mises en place en substitution des prairies fauchées. Ils permettent de produire du bois sur des durées relativement courtes (2 à 10 ans) et semblent économiquement rentables tout en présentant un bilan environnemental intéressant puisque peu d'intrants sont nécessaires (Berthelot, 2007). Toutefois, la durée de renouvellement extrêmement courte du TTCR (2 à 3 ans) ainsi que les questions non encore résolues de la pérennité de ces plantations sans intrants poussent à croire que le TCR serait plus adapté dans un contexte de protection de l'eau. Ce dernier système demande, d'après Berthelot (2007), peu d'intrants et peu d'interventions. On pourrait donc penser qu'il représente une alternative économique intéressante à la prairie.

Toutefois, à commencer par les essences possibles, plusieurs facteurs font que l'objectif de protection de la ressource risque de ne pas être atteint. En effet, les saules et peupliers sont principalement mis en avant par les études françaises. Or, ces essences sont particulièrement exigeantes en eau et risquent d'abaisser le niveau de la nappe. De plus, la principale difficulté rencontrée pour la bonne installation de telles plantations est la concurrence herbacée. L'utilisation de produits chimiques étant proscrite, le paillage reste une solution. Toutefois, ce système est très onéreux, et, s'il doit être appliqué à chaque rotation, il risque d'augmenter le coût de l'opération de manière conséquente. La rentabilité du TCR ne semble donc pas assurée.

En outre, les essences préconisées sont des essences pionnières. Aussi, récoltées à un jeune âge, le phénomène de relargage de l'azote risque fortement d'être accentué. Toutefois, Berthelot (communication personnelle) pense que ce phénomène peut être compensé par la génération suivante qui prélèvera l'azote avant qu'il ne s'infilte jusqu'à la nappe. En revanche, la mise à nu du sol provoquée par la récolte risque de détériorer les qualités du sol et de provoquer le lessivage des éléments fins. De plus, la mise en place d'un TCR nécessite un travail du sol conséquent qui ne sera pas sans impact sur la qualité de l'eau.

Enfin, la récolte des produits du TCR se fait de manière mécanisée. Or le passage des machines est à minimiser dans le cadre de la protection des eaux.

L'implantation de taillis à courte rotation ne semble donc pas très avantageuse dans un objectif de protection de la ressource, tout du moins dans les zones sensibles des périmètres.

4.6. Ouverture vers d'autres objectifs

Le boisement des périmètres de protection de captages répond en priorité à l'objectif de protection de la ressource. Toutefois, selon les sensibilités des collectivités, des objectifs secondaires peuvent être envisagés.

4.6.1. La séquestration du carbone, l'exemple de la commune de Querrien

La commune de Querrien possède plus de 80 % des périmètres rapprochés sensibles de ses captages. Toutes les parcelles en propriété ont été boisées progressivement en 2003, 2005 et 2007, la collectivité ayant réussi à obtenir des subventions à hauteur de 80 % pour ces opérations (Agence de l'eau Loire Bretagne, conseil régional de Bretagne et conseil général du Finistère) dont le coût s'élève à 42 000 €.

De plus, les deux dernières tranches de boisement bénéficient d'un financement particulier. En effet, par un partenariat avec la société britannique « Carbon neutral company », la commune s'engage à assurer une séquestration durable du carbone en échange d'une compensation de 22 870 €.

Le partenariat créé avec l'entreprise londonienne est une première en France. La création de la nouvelle forêt engendrée par les boisements de périmètres de protection entre en effet dans le cadre des contrats d'absorption de gaz à effet de serre mis en place par the Carbon neutral company. Signé sur une base de 99 ans, ce contrat prévoit la séquestration de plus de 2 000 tonnes de carbone sur 32 ha de forêt. Il engage de plus la commune à utiliser la future production de bois pour des usages comme l'ébénisterie, la menuiserie ou la charpente afin de séquestrer durablement le carbone.

En outre, la société Avis (location de véhicules), soutient en tant que mécène cette opération. Cette dernière lui permet de compenser ses rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

4.6.2. Biodiversité et impact paysager

Boiser une ancienne terre agricole modifie considérablement le paysage. Aussi, ces espaces forestiers sont recherchés par certains responsables de collectivités pour la rupture qu'ils créent dans un ensemble de parcelles agricoles. C'est le cas à Carentoir (Morbihan) où le maire est particulièrement satisfait de l'implantation des nouveaux peuplements.

Outre le fait que ces peuplements soient visuellement agréables, ils constituent aussi d'importantes niches de biodiversité. En effet, dans des zones fortement dominées par l'agriculture, des parcelles boisées amènent des conditions propices au développement de certaines espèces, animales ou végétales. Ils peuvent ainsi constituer des corridors écologiques importants.

En outre, dans le cadre d'une plantation en complément d'accrus naturels, cette spécificité est mise en exergue. En effet, la végétation en place correspond à une évolution spontanée et l'ambiance forestière est atteinte plus rapidement. De plus, ce type de peuplement minimise les interventions mécanisées, ce qui est particulièrement positif pour une colonisation animale.

4.6.3. L'accueil du public

Un dernier aspect est souvent développé dans le cadre de boisements de périmètres de protection de captage : l'accueil du public. En effet, une forêt présente deux avantages majeurs dans cette optique. Elle est tout d'abord un cadre de promenade agréable et elle constitue de plus une manière originale de sensibiliser le public au problème de protection de l'eau.

La création de sentiers ludiques ou la mise en place de panneaux explicatifs sont ainsi effectuées par de nombreuses communes (Querrien, Rennes, Saint-Jacut-du-Mené et encore bien d'autres en France, particulièrement dans des contextes de montagne où la prévention des crues peut être associée à cette démarche). Ils permettent aux habitants de s'approprier le site tout en les sensibilisant à une problématique avec laquelle ils ne sont pas forcément familiers. De plus, les écoles peuvent utiliser ce type d'installation dans une visée pédagogique. La protection de l'eau n'est d'ailleurs pas l'unique sujet qui peut être abordé par ces parcours : la biodiversité ou la séquestration du carbone peuvent aussi être des aspects à développer.

En outre, la création de tels sentiers a un avantage non négligeable qui est la concentration de la fréquentation. En effet, dans des zones où la pression du public est importante, cela permet d'éviter la dispersion des usagers et la dégradation de sites que l'on cherche à préserver.

Enfin, mener des actions de communication sur un tel sujet permet à la collectivité de valoriser son action et de montrer qu'elle n'est pas insensible à la notion de développement durable.

Conclusion

Cette étude a permis de mettre en avant différents avantages du milieu forestier dans le cadre de la protection de l'eau, répondant à son objectif premier. Non seulement la forêt constitue un mode d'occupation des sols propice à cette protection mais elle semble aussi avoir un impact conséquent sur la qualité de l'eau estimé à - 0,035 mg/l de nitrates par mètre linéaire. Ceci doit donc être mis à profit et approfondi en prenant en compte les différents paramètres conditionnant cet impact. Ainsi, la contribution des gestionnaires à l'obtention d'une eau de bonne qualité sera peut-être reconnue à sa juste valeur et valorisée économiquement. En effet, si peu de prescriptions concernant la forêt sont contenues dans les arrêtés de DUP, les forestiers s'imposent généralement des pratiques respectueuses de la ressource qui sont souvent coûteuses. La reconnaissance et la valorisation de celles-ci, tant par le grand public que par les organismes liés à la gestion de l'eau, permettraient de les développer et de les généraliser.

Néanmoins, les données obtenues ne permettent pas de définir un peuplement optimal répondant à cette finalité de protection. Le point important qui ressort de l'analyse des différents sites semble être l'adaptation des essences à la station, ce qui apparaît comme étant la manière la plus appropriée d'obtenir l'effet escompté.

De même, dans des bassins versants mixtes agricoles et forestiers, le boisement ne permet pas de compenser totalement les influences agricoles et d'atteindre une eau d'excellente qualité. Une attention particulière doit être portée à la formation des exploitants dans ces zones. L'effet combiné d'une agriculture raisonnée et du boisement devrait ainsi permettre d'obtenir de meilleurs résultats.

En outre, les entrevues avec les responsables des collectivités ont mis en exergue quelques disfonctionnements au niveau politique qui ne vont pas dans le sens de la volonté affichée de protection. En effet, la conciliation du domaine agricole avec celui de l'eau est parfois difficile. De plus, la spécialisation des différents acteurs pouvant intervenir dans un bassin versant ne semble pas tendre vers une mise en commun des compétences. Une gestion intégrée englobant tous ces protagonistes apparaît ainsi primordiale. Parmi eux, les forestiers occupent une place importante.

Ce travail a aussi permis de mettre en avant que la reconquête de la qualité de l'eau est aujourd'hui une priorité pour la plupart des collectivités. Si les programmes et outils permettant de mener cette reconquête sont nombreux, une place importante est laissée à l'initiative locale. Les opérations préventives sont généralement privilégiées sur les périmètres de protection de captages, en opposition aux actions curatives qui sont bien souvent plus onéreuses. Le boisement représente ainsi une alternative perçue positivement par les collectivités.

De plus, la multifonctionnalité de la forêt peut être mise en avant lors d'opérations de boisements de périmètres de protection de captage. En effet, les différents entretiens réalisés montrent que les collectivités ajoutent à ce rôle de protection d'autres fonctions comme la séquestration du carbone, l'accueil du public ou encore la préservation de la biodiversité. La mise en valeur de ces différentes facettes doit être réfléchi par les porteurs des projets de boisements car elle peut permettre une meilleure acceptation de ces derniers.

D'autre part, les divers exemples rencontrés lors de cette étude posent la question de la validité d'une démarche uniquement réglementaire. En effet, une démarche conventionnelle reliant les collectivités aux différents acteurs des bassins versants a fait ses preuves dans plusieurs contextes. Cela est généralement mis en œuvre avec la profession agricole mais il pourrait en être de même avec le domaine forestier.

Enfin, face à des contraintes agricoles françaises qui, selon Bruxelles, ne sont pas suffisamment adaptées à la protection de la ressource, avec notamment des périodes d'épandages « inappropriées » (Bucella, 2009), la forêt semble avoir un bel avenir dans la reconquête de la qualité de l'eau.

Bibliographie

- AGENCE DE L'EAU ADOUR-GARONNE. 2003 – *Eau potable - boiser les périmètres de protection rapprochée des captages*. – Toulouse : A.E.A.G. – 23 p.
- AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE. 2008 – *Le prix de l'eau dans le bassin Loire - Bretagne en 2006*. – Orléans : A.E.L.B. – 2 p.
- AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE. 1999a – *Mise en place de périmètres de protection des captages, bilan et analyse d'expériences positives*. – Les études des agences de l'eau, n°67. – 59 p.
- AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE. 1999b – *Le boisement pour protéger l'eau*. – Orléans : A.E.L.B. – 4 p.
- AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE. 1997 – *Cahier des charges pour le boisement des terres situées en périmètre de protection de captage d'eau potable*. – Orléans : A.E.L.B. – 62 p.
- AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE et DIRECTION REGIONALE DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES DU CENTRE. 2004 – *Périmètres de protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine*. – Orléans : A.E.L.B. et D.R.A.S.S. – 4 p.
- AGENCE DE L'EAU RHONE MEDITERRANEE CORSE. 1996 – *Eutrophisation des milieux aquatiques - Bilan des connaissances et stratégies de lutte*. – Note technique n°2. – Lyon : A.E.R.M.C. – 29 p.
- ALARY (M). 2004 – *Dossier de déclaration pour l'exploitation des captages de Botminy et de Toul Du à Mûr de Bretagne (22)*. – Nantes : ANTEA. – 13 p.
- ANDREASSIAN (Vazken). 2008 – *Quel effet la forêt a-t-elle sur les écoulements ? – Dossier pour la science*, n° 58, p.38-41.
- ARSABAN (Mélanie). 2006 – *Rôle de la forêt et des boisements sur la qualité et la quantité des eaux - Exemple des boisements de zones de captages en Poitou-Charentes*. – Poitiers : université de Poitiers ; Master « Génie écologique ». – 54 p. (Mémoire de Master professionnel)
- AUREAU (François). 2008 – *Le boisement, un bienfait pour l'eau en Bretagne. – Rendez-vous techniques de l'Office national des forêts*, n°22, p.44-46.
- BALENT (Gérard) et DECONCHAT (Marc). 1994 - *Conception des zones de filtration des eaux effluentes de parcelles agricoles : approche bibliographique*. – Dans : *actes du colloque "Agriculteurs, agricultures et forêts"*, Paris, 12-13 décembre 1994. – Éditions Cemagref. – p. 119-130.
- BARDY (Marion), COLIN (Manuella), GENIN (Bénédicte) et LE TREIS (Marc). 2004 – *Interactions « eau et forêt » dans le cadre du projet LIFE « Forests for Water »*. – Nancy : ENGREF. – 65 p.
- BENOIT (Marc), FIZAINÉ (Gersende) et BERNARD (Pierre-Yves). 2002 – *Qualité nitrique des eaux en bassins forestiers d'alimentation : fonctionnement stable et effets « post-tempête 26/12/1999 »*. – Dans : *L'eau qui sort des bois - quand forêt durable rime avec eau potable*. Actes de la journée thématique de l'antenne romande du WSL. – Lausanne : Combe et Rosseli – p. 29-36.
- BERTHELOT (Alain). 2007 – *TCR et TTCR dans la production de bioénergie*. – Bar-le-Duc : Chambre d'agriculture de la Meuse. – 30 diapositives.
- BONN (Ferdinand), LAVOIE (André), DESAUTELS (Mélanie), RICHARD (Pierrot), DESLANDES (Julie), MICHAUD (Aubert), MADRAMOOTOO (Chandra) et ENRIGHT (Peter). 2003 – *Observation*

spatiale et modélisation de l'érosion et de la pollution diffuse dans les bassins agricoles alimentant les lacs des Cantons de l'Est. – *Revue d'études des Cantons de l'Est*, n° 23, p. 41-46.

BOUDRY (Jeanne). 2008 - *Boisements de captages dans le grand Ouest - synthèse technico-économique*. – Stage volontaire dans le cadre de l'action conjointe « Forêt et Eau » de l'Institut national de la recherche agronomique et de l'Institut pour le développement forestier. – 83 p.

BRUN-RAGEUL (Sabine), HERVE (Daniel), CLEMENCON (Olivier), BANCILLON (Daniel), GOFFINONT (Franck), REY (Stéphanie), GUILLOTIN (Laetitia), DECTOT (Alain), CABON (Suzanne) et SEGUIN (Denis). 2000 – *Prise d'eau destinée à l'alimentation en eau potable – prélèvement en eau superficielle*. – Paris : direction départementale des Affaires Sanitaires et Sociales du Val-de-Marne. – 14 p.

BUCELLA (Pia). 2009 – *La non-conformité des 3^e programmes d'action à mettre en œuvre en vue de la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole*. – consulté le 9/06/09. – http://eau-et-rivieres.asso.fr/media/useer/File/Actu%202009/0905Lt_Demande_info_commission.pdf

BUISSON (Guillemette). 2007 – *Evaluation de l'efficacité environnementale des périmètres de protection des captages*. – Paris : Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, direction des études économiques et de l'évaluation environnementale. – 27 p.

CAHART (Patrice), BURGARD (Louis-Roch), JOLY (Alexandre), ROGEAU (Cyrille), BENETIERE (Jean-Jacques), GRAVAUD (Alain), LE BAIL (Patrick) et VOGLER (Jean-Pierre). 1999 – *Rapport d'évaluation sur la gestion et le bilan du programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole*. – Paris : ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie. 52 p.

CAMPBELL (Neil) et REECE (Jane). 2007 – *Biologie*. – Pearson éditions. – 1334 p.

CARRE (Jean). 1995 – *Syndicat des eaux de la Hutte - Proposition de périmètres de protection par l'hydrogéologue agréé*. – Rennes. – 11 p.

CAUBEL (Virginie). 2001 - *Influence de la haie de ceinture de fond de vallée sur la dynamique de l'eau et des solutés à son voisinage*. – Ecole nationale supérieure agronomique de Rennes ; mention sciences de l'environnement. – 164 p. (Thèse de doctorat).

CAUBEL (Virginie), GRIMALDI (Catherine), MEROT (Philippe), GRIMALDI (Michel). 2003 - *Influence of a hedge surrounding bottomland on seasonal soil-water movement*. – *Hydrological processes*, vol. 17, n°9, p. 1811-1821.

CHARNET (François). 2004a – *Qualité de l'eau, les données du problème*. – *Forêt entreprise*, n°159, p. 21-24.

CHARNET (François). 2004b – *Protection des eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable*. – *Forêt entreprise*, n°159, p. 25-29.

CHAUVEL (Jean-Jacques), QUETE (Yves) et ROUSSEL (Gérard). 1987 – *Captages de Rennes I - Rapport du géologue agréé*. – Rennes. – 22 p.

CHAUVEL (Jean-François). 2005a – *Mise en place des périmètres de protection - captages de Botminy*. – Chantepie : Chauvet- 15 p.

CHAUVEL (Jean-François). 2005b – *Mise en place des périmètres de protection - captages de Toul Du*. – Chantepie : Chauvet - 16 p.

COMBE (Jean). 2006 – *Gestion des forêts à eau potable*. – *Revue forestière française*, n°4, p. 369-376.

COMBE (Jean) et ROSSELLI (Walter). 2002 – *L'eau qui sort des bois - Quand forêt durable rime avec eau potable*. – Lausanne : actes de la journée thématique de l'antenne romande de l'institut fédéral des recherches WSL du 26 novembre 2002. – 26 p.

CONSEIL GENERAL DES COTES D'ARMOR. 2005 – *Protection des points d'eau publics : le protocole d'accord*. – Saint-Brieuc : C.G. Côtes d'Armor, direction de l'agriculture et de l'environnement. – 17 p.

CONSEIL REGIONAL DE BRETAGNE. 2004 – *Evaluation Bretagne eau pure, le « Tro Breizh » des bassins versants*. – Rennes : C.R. Bretagne. – 38 diapositives.

COSANDEY (Claude). 2006 – Conséquences des forêts sur l'écoulement annuel des cours d'eau. – *Revue forestière française*, vol. 58, n°4, p. 317-328.

CURIE (Florence), DUCHARME (Agnès), BENDJOUDI (Hocine), VIENNOT (Pascal) et BILLEN (Gilles). 2008 - Détermination des facteurs contrôlant la rétention des nitrates dans les zones riveraines du bassin de la Seine. – Dans : *Colloque 2008 du programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement Seine*, Session 2 : les paysages du bassin de la Seine. – Paris : Centre national de recherche scientifique.

CYROT (Laurent). 2004 – Le cadre juridique de la protection et de l'exploitation des eaux souterraines. – Dans : *Les eaux souterraines en Bretagne*. Colloque régional – Quimperlé : Eau et rivières de Bretagne – p. 23-31

DACHARY-BERNARD (Jeanne). 2007 – La méthode des choix multi-attributs appliquée aux Monts d'Arrée. – *Cahier d'économie et sociologie rurale*, n°84-85, p. 133-136.

DAVEZAC (Henry), GRANDGUILLOT (Géraldine), ROBIN (Alban) et SAOUT (Charles). 2008 – *L'eau potable en France - 2005-2006*. – Éditions Dicom. – 66 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORET DE LA MANCHE. 2003 – *Les périmètres de protection des points d'eau destinés à l'alimentation en eau potable*. – Saint-Lô : D.D.A.F. 50 – 3 p.

DIRECTION DEPARTEMENTALE DES AFFAIRES SANITAIRES ET SOCIALES DE L'AUBE. 2007 – *Périmètres de protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine*. – Troyes : D.D.A.S.S. Aube, service Santé Environnement – 37 p. Consulté le 19/01/09. – www.aube.pref.gouv.fr/instauration_perimetres_de_protection-d409697d91704c2cd3fab55c73b8b0b2d.pdf

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE BASSIN LOIRE-BRETAGNE et AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE. 2008 – *Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du bassin Loire-Bretagne - Rapport d'évaluation environnementale*. – Orléans : D.I.R.EN. et A.E. Loire-Bretagne. – 84 p.

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT DE BRETAGNE. 2007 – *L'eau en Bretagne. - Bilan 2007* – Rennes : D.I.R.EN. – 20 p.

EQUENOT (Jimmy). 2008 – *Préconisations de gestion forestière dans les périmètres de protection de captage d'eau potable*. – Nancy : formation des ingénieurs forestiers ; École nationale du génie rural, des eaux et forêts. – 61 p. (Mémoire de fin d'études).

FERRY (Olivier) et BARTHELON (Claude). 2007 – *Recommandations finales de la composante française du projet LIFE eau et forêt - Synthèse des propositions sur les possibilités de prise en compte des forêts dans la mise en oeuvre de la Directive cadre sur l'eau (DCE)*. – Lyon : Office national des forêts Rhône-Alpes. – 48 p.

FERRY (Olivier). 2006 – Quels contrats pour une forêt au service de l'eau ? Quelques enseignements du projet Life Forests for Water. – *Revue forestière française*, LVIII, n°4, p. 399-407.

FERRY (Olivier). 2004a – *Projet LIFE Eau et Forêt - Forests for water - rapport de la composante française : Etat actuel des politiques publiques concourant à une participation des forêts à l'application de la Directive cadre sur l'eau (DCE)*. – Lyon : Office national des forêts Rhône-Alpes. – 20 p.

FERRY (Olivier). 2004b – La forêt au service de l'eau : une perspective européenne ? – *Revue forestière française*, LVI, n°1, p. 47-64.

FIQUEPRON (Julien). 2008 – Les méthodes d'évaluation économique des services rendus par la forêt pour la production d'eau potable. – *Rendez-vous techniques de l'Office national des forêts*, n°22, p. 34-38.

FLEURY (Karine). 1999 – *Protection des captages d'eau alimentaire - Analyse des difficultés rencontrées dans la mise en place des périmètres de protection, propositions d'améliorations, cas de l'Ille et Vilaine*. – Rennes : école nationale de la santé publique ; formation des ingénieurs du génie sanitaire. – 50 p. (Mémoire de fin d'études).

FRANCO (Daniel), PERELLI (Marino) et SCATTOLIN (Mario). 1996 – Buffer strips to protect the Venice lagoon from non point source pollution. – Dans : *Proceeding of the International conference on buffer zone, their processes and potential in water protection*, Heythrop park (United Kingdom). – <http://www.arvan.it/perelli/hedg.htm>

GARNIER (Josette), BILLEN (Gilles), HANSET (Philippe), TESTARD (Paul) et COSTE (Michel). 1998 – Développement algal et eutrophisation dans le réseau hydrographique de la Seine. – Dans : Meybec (M) Et al, *La Seine en son bassin. Fonctionnement écologique d'un système fluvial anthropisé*, chapitre 14. – Paris : Elsevier. – p. 593-626.

GOMBAULT (Hervé). 2007 – *S.I.A.E.P. de Carentoir et sa région - Étude de boisement*. – Quimper : Office national des forêts. – 33 p.

GRUAU (Gérard) et PETITJEAN (Patrice). 2004 – *Pollution des captages d'eau brute de Bretagne par les matières organiques - Guide pratique pour localiser les zones source dans les bassins versants et suivre l'évolution des pollutions dans le temps*. – Rennes : Géosciences. – 46 p.

GUILLOU (François). 2004 – La difficile protection des captages. – Dans : *Les eaux souterraines en Bretagne*. Colloque régional – Quimperlé : Eau et rivières de Bretagne – p. 21.

HASS (Guido), BERG (Martin) et KÖPKE (Ulrich). 2000 - *Land use options in watersheds: Afforestation or grassland instead of arable farming?* – Université de Bonn – 1 p.

HENIN (Stéphane). 1980 – *Rapport du groupe de travail : activité agricole et qualité des eaux*. – Paris : ministère de l'Agriculture et ministère de l'Environnement. – 2 tomes.

HURAND (Antoine) et ANDREASSIAN (Vazken). 2003 – Le couvert forestier et l'hydrologie des bassins versants. – *Rendez-vous techniques de l'Office national des forêts*, n°2, p. 37-41.

INSTITUT FRANCAIS DE L'ENVIRONNEMENT. 2007 – *Les pesticides dans les eaux - Données 2005*. – Paris : I.F.E.N. – 39 p.

INSTITUT FRANCAIS DE L'ENVIRONNEMENT. 2006 – L'eau. – Dans : *L'environnement en France*. Les synthèses I.F.E.N. – Paris : I.F.E.N. – p.193-234.

JARRET (Pascal). 2004 – *Guide des sylvicultures - Chênaie atlantique*. – Paris : Office national des forêts. – 335 p.

JENNI (Robert). 2008 – Quel peuplement pour quelle protection des eaux souterraines ? Entre idées reçues et faits démontrés. – *Rendez-vous techniques de l'Office national des forêts*, n°22, p. 30-33.

JORDI (Beat). 2005 – Protection de l'eau potable : le sol forestier, un filtre idéal. – *Environnement*, n°3, p.32-35.

KNAUER (N) et MANDER (U). 1989 – Studies on the filtration effects of differently vegetated buffer strips along inland water in Schleswig-Holstein. - *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*, vol. 30, p. 365-376.

LE GALL (André) et MANNEVILLE (Vincent). 2007 – *Dimension du PMPOA II et impact sur les élevages*. – Paris : Institut de l'élevage. – 14 diapositives.

LITHOLOGIC. 2004 – *Dossier de demande d'autorisation - Drains de la forêt de Fougères et forage de la Bretonnière*. – Rennes : Lithologic. – 23 p.

MANDIN (Eric) et MICHENEAU (Christine). 2007 – *Forêt des captages de la ville de Rennes : Rennes I et Rennes IV - Aménagement 2006-2017*. – Office national des forêts – 31 p.

MARJOLET (Gilles). 2004 – Eaux de surface, eaux souterraines : quelles interactions, quels enseignements pour leur préservation ? – Dans : *Les eaux souterraines en Bretagne*. Colloque régional – Quimperlé : Eau et rivières de Bretagne – p.33-36.

MARTIN (Charlotte). 2003 – *Mécanismes hydrologiques et hydrochimiques impliqués dans les variations saisonnières des teneurs en nitrate dans les bassins versants agricoles*. – Rennes : université de Rennes I ; Sciences de la Terre. – 283 p. (thèse de doctorat).

MELQUIOT (Pierre). 2003 – *1001 mots et abréviations de l'environnement et du développement durable*. – Recyconsult. – 192 p.

MERCERON (Michel). 2004 – Une préoccupation majeure. – Dans : *Les eaux souterraines en Bretagne*. Colloque régional – Quimperlé : Eau et rivières de Bretagne – p.3.

MEROT (Philippe), REYNE (Sandrine) et BAUDRY (Jacques). 1994 – Structures linéaires boisées : environnement physique et agronomique, méthode et perspective d'étude de transferts. – Dans : *actes du colloque "Agriculteurs, agricultures et forêts"*, Paris, 12-13 décembre 1994. – Editions Cemagref. – p. 89-117.

MINISTERE DE LA SANTE ET DE LA PROTECTION SOCIALE, MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, MINISTERE DE L'EMPLOI, DU TRAVAIL ET DE LA COHESION SOCIALE, MINISTERE DELEGUE A LA RECHERCHE. 2004 – *Santé environnement, franchir une nouvelle étape dans la prévention des risques sanitaires liés à l'environnement - Plan national 2004-2008*. – Edition SICOM. – 92 p.

MINISTERE DE LA SANTE, DE LA JEUNESSE, DES SPORTS ET DE LA VIE ASSOCIATIVE. 2008 – *Bilan de la qualité de l'eau au robinet du consommateur vis-à-vis des pesticides en 2007*. – Paris : ministère de la Santé, de la Jeunesse, des Sports et de la Vie associative ; direction générale de la santé. – 6 p.

MINISTERE DE LA SANTE ET DES SOLIDARITES. 2005 – *La qualité de l'eau potable en France - Aspects sanitaires et réglementaires*. – Paris : ministère de la Santé et des Solidarités, direction générale de la Santé. – 43 p.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE. 2006 – *La loi sur l'eau et les milieux aquatiques*. – Paris : Dossier de presse – 37 p.

BIBLIOGRAPHIE

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE. 2003 – *Les prélèvements d'eau en France*. – Paris : Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. – 4 p.

MIQUEL (Gérard). 2003 – *Rapport sur la qualité de l'eau et de l'assainissement en France*. – Paris : office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. – 195 p.

MIQUEL (Gérard) et REVOL (Henri). 2003 – *La qualité de l'eau et de l'assainissement en France*. – Rapport 215, tome 1. – Paris : Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques. – 195 p.

MOUGIN (Bruno). 2004 – Les eaux souterraines bretonnes : principales caractéristiques, l'évolution des prélèvements, les études et suivis en cours. – Dans : *Les eaux souterraines en Bretagne*. Colloque régional – Quimperlé : Eau et rivières de Bretagne – p. 5-10

MOUVET (Christophe) et BARAN (Nicole). 2005 – Contamination par les produits phytosanitaires - Mécanismes impliqués et concentrations observées. – *Géosciences*, n°2, p. 60-65.

MUSY (André). 2002 – Eau - Forêt : le couple parfait ! – dans : *L'eau qui sort des bois - quand forêt durable rime avec eau potable*. Actes de la journée thématique de l'antenne romande du WSL. – Lausanne : Combe et Rosseli – p. 15-19.

NATIONAL UTILITY SERVICE CONSULTING. 2008 – *Étude NUS Consulting sur le prix de l'eau en Europe en 2008*. – Paris : NUS Consulting. – 7 p.

NOVINCE (Émilie). 2008 – *Une ressource en eau inégalement répartie en Bretagne*. – Rennes : groupement d'intérêt public Bretagne environnement. – 2 p.

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. 2008 – *Catalogue de prestations des travaux patrimoniaux - Aide à l'élaboration des programmes de travaux et devis*. – Orléans : Office national des forêts, direction territoriale Centre-Ouest. – 35 p.

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. 1999 – *L'eau et la forêt*. – Bulletin technique n°37, Direction technique et commerciale. – Paris : ONF, département des recherches techniques. – 240 p.

PANAGET (Thierry). 2004 – L'utilisation des eaux souterraines pour la production d'eau de consommation. – Dans : *Les eaux souterraines en Bretagne*. Colloque régional – Quimperlé : Eau et rivières de Bretagne – p. 15-19

PARGADE (Julie), CLAUCE (François) et VALENGIN (François-Xavier). 2004 – *Boisements et qualité de l'eau - Réussir sa plantation*. – Amiens : centre régional de la propriété forestière Nord - Pas-de-Calais - Picardie. – 12 p.

PENNEQUIN (Didier), VERNOUX (Jean-François), SAOUT (Charles), CHÂTEAU (Gaëlle) et PILLEBOUT (Anne). 2007 – Protection de captages d'eau souterraine destinée à la consommation humaine. – *Géosciences*, n°5, p. 88-99

PEREIRA (Vincent). 2008 – Gestion de l'eau, quels enjeux pour la forêt et les forestiers ? – *Rendez-vous techniques de l'Office national des forêts*, n°22, p. 22-24.

PIEGAY (Hervé) et PINAY (Gilles). 2004 – Forêt riveraine et qualité de l'eau. – *Forêt entreprise*, n°159, p. 34-37.

POINTEREAU (Philippe). 2001 – La forêt et la protection des eaux - L'expérience de la ville de Munich. – *Forêts de France*, n°443, p.15-18.

BIBLIOGRAPHIE

POTIN (Françoise). 2008 – *Les tableaux de l'agriculture bretonne 2008 (Résultats 2007)*. – Rennes : direction régionale de l'agriculture et de la forêt. – 20 p.

PREFECTURE DE LA REGION BRETAGNE. 2005 – *Le programme Bretagne eau pure*. – consulté le 21/01/2009.
http://www.bretagne.pref.gouv.fr/sections/environnement/qualite_de_l_eau/le_programme_bretagn/

RAMEAU (Jean-Claude), MANSION (Dominique), DUME (Gérard). 1989 – *Flore forestière française - Tome 1 : Plaines et collines*. – Institut pour le développement forestier. – 1785 p.

RAMON (Serge) et BENOIT (Marc). 1998 – L'évolution de la nature des cultures en Lorraine et en Alsace : une menace pour les nappes. – *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, n°33.

REVERTE (Suzy). 2005 – *Captages - quelques infos*. – Office national des forêts, agence Haute Côte d'Or. – 5 p.

ROSENBERG (François). 2007 – *Maîtrise foncière et protection des captages d'eau potable - Comment concilier agriculture et protection de la ressource sur les terrains acquis par les collectivités ?* – École nationale supérieure agronomique de Rennes ; Économie rurale et politique publique. – 70 p. (Mémoire de fin d'études).

ROUZEE (Patrick). 2004 – *Note technique élevage - PMPOA II*. – Chambre d'agriculture de l'Eure. – 4 p.

SCHNEBELEN (Jean-Christophe). 2008 – *Les contraintes juridiques des périmètres de protection des captages d'eau sur les forêts gérées par l'ONF en Bretagne*. – Rennes : université de Rennes I ; environnement et droit. – 26 p. (Mémoire de Master I).

TALBO (Henri). 1995 – *Commune de Querrien - Périmètres de protection des captages d'alimentation en eau potable - Avis hydrogéologique*. – Rennes. – 12 p.

THONON (Pierre). 1996 – *Commune d'Argol - périmètres de protection des captages de Kernagoff, Kernaéron, Pen ar Roz, Gwarem an Abad, Sainte Agnès et le Cléguer - Rapport de l'hydrogéologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique*. – Brest. – 14 p.

THONON (Pierre). 1995 – *Communes de Cast, Châteaulin et Plomodiern - Périmètres de protection de captages de Menez Kelec'h et Prat ar Rouz - Rapport de l'hydrogéologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique*. – Brest. – 6 p.

TJADEN (Robert) et WEBER (Glenda). 1997 – *An introduction to the riparian forest buffer*. – Université du Maryland. – 2 p.

VIAVATTENE (Christophe). 2006 – *Exploitation socio-économique de la modélisation souterraine du transfert des nitrates à l'échelle du bassin de la Seine*. – École nationale supérieure des mines de Paris ; spécialité « hydrologie et hydrogéologie quantitative ». – 309 p. (Thèse de doctorat).

WASSON (Jean-Gabriel). 2008 – *L'arbre, la rivière et l'homme*. – Paris : ministère de l'Écologie et du Développement durable. – 64 p.

WICHT (C.L.). 1960 – The effect of timber plantations on water supplies in South Africa. – *Southern African forestry journal*, n°35, p. 238-244

WUNDER (Sven), ENGEL (Stefanie) et PAGIOLA (Stefano). 2008 – A comparative analysis of payments for environmental services programs in developed and developing countries. – *Ecological economics*, vol.65, n°4, p. 834-852.

Liste des contacts

Nom	Fonction	Adresse	Téléphone	mèl.
BACON Brigitte	DDASS 35, service santé-environnement	13, avenue de Cucillé - BP 3173 35031 RENNES CEDEX	02 99 02 19 58	dd35-sante-environnement@sante.gouv.fr DD35-EAU-POTABLE@sante.gouv.fr
BENTZ Jean-Louis	Juriste ONF	Direction ONF Centre-Ouest Service Juridique 24 bis rue de Norvège BP 1187 17088 LA ROCHELLE Cédex 02	05 46 67 80 80 06 23 97 72 03	jean-louis.bentz@onf.fr
BERTHELOT Alain	FCBA station Nord-Est	Route de Bonnencontre 21170 CHARREY-SUR-SAONE	03 80 36 36 20	nordest@fcba.fr
CHARNET François	IDF Antenne d'Orléans	13 avenue des droits de l'homme 45921 ORLEANS Cedex 9	02 38 71 90 62 06 26 07 70 24	francois.charnet@cnppf.fr karp@wanadoo.fr
CHEVALIER Christine	Secrétaire SIAEP Carentoir / secrétaire générale de Carentoir	13 rue du général de Gaulle BP 8 56910 CARENTOIR	02 99 08 84 07	-
DURAND Philippe	Directeur de l'agence ONF de Rennes	211 rue de Fougères BP 70 233 35702 RENNES Cedex 7	02 99 27 47 22 06 27 32 71 79	philippe.durand@onf.fr
FALCONNET Gérard	Enseignant - chercheur	Agroparistech ENGREF 14 rue girardet - CS 14216 54042 NANCY Cedex	03 83 39 68 71 06 07 97 13 24	gerard.falconnet@engref.agroparistech.fr
FILIPPI Muriel	Chargée d'études environnement DRAAF/SRISE	Cité de l'agriculture 15 avenue de Cucillé 35047 RENNES Cedex 9	02 99 28 22 26	muriel.filippi@agriculture.gouv.fr
FORTIN Loïc	Resp. Service technique de Chateaulin	Mairie de Chateaulin 15 quai Jean Moulin 29 150 CHATEAULIN	02 98 86 10 05 (Mairie)	-
FOUCAUD LEMERCIER Blandine	Unité mixte de recherche "Sol Agronomie Spatialisation"	65 rue de Saint Briec - CS 84215 35042 RENNES Cedex	02 23 48 52 29	Blandine.Lemercier@agrocampus-ouest.fr

LISTE DES CONTACTS

Nom	Fonction	Adresse	Téléphone	mèl.
GASNIER Brigitte	Chambre d'agriculture 35, antenne de Rennes	Technopôle atalante Champeaux Rond point Maurice le Lannou CS14226 35042 RENNES Cedex	02 23 48 23 23	Brigitte.gasnier@ille-et- vilaine.chambagri.fr
GOMBAULT Hervé	chef de projet UT Morbihan-Finistère Sud	11 rue François Muret de Pagnac 29000 QUIMPER	02 98 90 84 51 06 75 07 42 63	herve.gombault@onf.fr
GONZALES Véronique	DDASS 22, service santé-environnement	1, rue du Parc - BP 2152 22021 SAINT-BRIEUC CEDEX 1	02 96 62 08 09	Veronique.GONZALEZ@sante.gouv.fr
GORIAUX PERAIS Marie- Isabelle	Ingénieur DDASS 35	13 Avenue de Cucillé BP 3173 35031 Rennes Cedex	02 99 02 19 50	dd35-sante- environnement@sante.gouv.fr
GRAND Magali	Syndicat des eaux de la ville de Rennes	7 rue de Viarmes 35000 RENNES	02 23 62 11 75	eau.rennes@ville-rennes.fr
HELLE Daniel	Ville de Rennes	7 rue de Viarmes 35000 RENNES	02 23 62 11 41	dhelle@ville-rennes.fr
HERBRETEAU François	CG 22, direction de l'agriculture et de l'environnement	Service de l'eau potable, de l'assainissement et des déchets Cellule des périmètres de protection Hôtel du département BP 2371 22023 SAINT BRIEUC Cedex 1	02 96 62 27 83	HERBRETEAUFrancois@cg22.fr
JEGO Michel	Responsable du service technique et du service des eaux de Mûr de Bretagne	Mairie Mur-de-Bretagne 2, rue Sainte-Suzanne BP 21 22530 Mur-de-Bretagne	06 71 26 78 42	-
KERGOURLAY Nicolas	SIVOMEAQ	Direction voirie-environnement rue Jules Verne 29000 QUIMPER	02 98 98 89 89 (Mairie)	nicolas.kergourlay@mairie-quimper.fr
LE BOURVELLEC Joël	Agent UT Cotes d'Armor-Finistère Nord	Maison forestière Route de Saint Guillaume 22600 LOUDEAC	02 96 28 03 15 06 22 04 96 48	joel.lebourvellec@onf.fr

LISTE DES CONTACTS

Nom	Fonction	Adresse	Téléphone	mèl.
LE COZ Guy	Premier adjoint au Maire de la commune d'Argol	Mairie d'Argol 3 route du Moulin 29 560 ARGOL	02 98 27 75 30 (Mairie)	mairie@argol.fr
LE GAL Arnaud	Hydrogéologue départemental	Syndicat départemental de l'eau du Morbihan 5 rue du Commandant-Charcot - BP 11 56001 VANNES CEDEX	02 97 47 91 39	sde56.alg@orange.fr
LE VALLEGANT Guy	Conseiller municipal	Mairie de Querrien 7 place de l'église 29310 QUERRIEN	06 67 76 24 98 02 98 71 35 44	mairie.querrien.finistere@wanadoo.fr
LEBERRE Pierre	Maire de Plonéis et président du SIAEP de Pen Ar Goyen	Mairie de Plonéis 27 rue Laennec 29710 PLONEIS	06 07 99 72 72	Mairie.ploneis@wanadoo.fr
MADEC François	Contrôleur des travaux en chef du service technique	Mairie de Chateaulin 15 quai Jean Moulin 29 150 CHATEAULIN	06 08 61 76 05	-
MAROCHAIN Christian	Agent patrimonial UT Ille et Vilaine	MF de la Fieffe 35133 LAIGNELET	02 99 99 69 07 06 71 97 14 20	christian.marochain@onf.fr
MAUVAIS François	Association scientifique et technique pour l'eau et l'environnement	ASTEE 83 avenue Foch BP 3916 75761 PARIS Cedex 16	01 53 70 13 56	francois.mauvais@astee.org
MIGNON Simone	DDASS 29, service santé-environnement	5 venelle de Kergos 29324 QUIMPER Cedex	02 98 64 50 83	Simone.MIGNON@sante.gouv.fr
MOYSAN Marcel	Maire de Querrien	Mairie de Querrien 7 place de l'église 29230 QUERRIEN	02 98 71 34 21	mairie.querrien.finistere@wanadoo.fr
PERCHEC Nelly	Service eau et assainissement de la ville de Fougères	Hôtel de ville de Fougères 2 rue porte Saint Léonard BP 60111 35301 FOUGERES Cedex	02 99 94 88 89	n.perchech@fougeres.fr
PERSUY Alain	Chargé de mission environnement	CRPF Poitou-Charentes Maison de la forêt privée La croix de la Cadoue BP 7 86240 SMARVES	05 49 52 51 11 06 74 79 06 24	alain.persuy@crpf.fr

LISTE DES CONTACTS

Nom	Fonction	Adresse	Téléphone	mèl.
POIRIER Mathieu	Chambre d'agriculture 35, antenne de Fougères	ZA La Martinais 35133 LECOUSSE	02 99 94 85 85	mathieu.poirier@ille-et- vilaine.chambagri.fr
QUETE Yves	Hydrogéologue agréé	21 rue de la basse Renaudais 35830 BETTON	02 99 55 89 53	Yves.quete@univ-rennes1.fr
RIMASSON Pascal	Resp. UT Cotes d'Armor-Finistère Nord	3 rue Stalingrad 22000 ST BRIEUC	02 96 62 31 56 06 68 96 53 37	pascal.rimasson@onf.fr
ROBERT Loïc	Président du syndicat des eaux de la Hutte	Mairie de Langourla 2 place de l'église 22330 LANGOURLA	02 96 30 47 92 06 89 65 49 03	-
ROBLOT François	SAUR	Le bourgeon 22600 LOUDEAC	06 87 86 69 95	-
ROCHER Noël	Président du SIAEP Carentoir	Mairie de Carentoir 13 rue du général de Gaulle BP 8 56910 CARENTOIR	06 63 91 80 73	-
SECHER Michel	DDASS 56, service santé-environnement	32, boulevard de la Résistance BP 514 56019 VANNES Cedex	02 97 62 77 46	Michel.SECHER@sante.gouv.fr
VIALA Charles	CG 29, direction de l'eau et de l'environnement	2 rue Théodore le Hars 29000 QUIMPER	02 98 76 21 44	charles.viala@cg29.fr

Table des annexes

Annexe 1. Procédure administrative de mise en place des périmètres de protection.....	86
Annexe 2. Détermination des périmètres de protection de captages	87
Annexe 3. Phase d’instauration des périmètres de protection de captages.....	88
Annexe 4. Synoptique de l’ensemble de la procédure de mise en place des périmètres de protection de captages	89
Annexe 5. Prescriptions générales définies pour les périmètres de protection de captages	90
Annexe 6. Description détaillée des captages d’Argol (Finistère).....	93
Annexe 7. Description détaillée des captages de Saint-Jacut-du-Mené (Côtes d’Armor).....	97
Annexe 8. Description détaillée des captages de Châteaulin (Finistère).....	99
Annexe 9. Description détaillée des captages de Mûr-de-Bretagne (Côtes d’Armor).....	101
Annexe 10. Description détaillée des drains de Fougères (Ille et Vilaine).....	106
Annexe 11. Description détaillée des captages de Querrien (Finistère).....	108
Annexe 12. Description détaillée des drains de Rennes (Ille et Vilaine).....	112
Annexe 13. Coûts comparés d’une plantation en complément d’accrus naturels et d’une plantation en plein.....	115

Annexe 1. Procédure administrative de mise en place des périmètres de protection

Du choix du captage jusqu'à l'arrêté préfectoral décrétant l'utilité publique de l'ouvrage, la collectivité doit suivre une procédure administrative rigoureuse. Cette démarche fait intervenir de nombreux acteurs à différents niveaux :

- la collectivité (maître d'ouvrage) : c'est en effet la commune ou le syndicat compétent qui est responsable de la qualité de l'eau sur son territoire et qui doit donc déterminer les choix stratégiques en matière de protection ;
- le maître d'oeuvre : intervient par convention avec la collectivité. Le maître d'oeuvre peut s'appuyer sur un assistant qui a un rôle de conseil et de proposition en plus de l'aide qu'il lui apporte dans le déroulement des projets ;
- le bureau d'étude : établit l'étude préliminaire qui regroupe toutes les informations nécessaires à l'hydrogéologue agréé pour déterminer les périmètres de protection. Il est choisi par la collectivité ;
- l'agence de l'eau : participe au financement des études et actions entreprises pour les périmètres de protection ;
- le conseil général : finance en partie le programme des recherches en eau et études préliminaires ;
- la chambre d'agriculture : cette dernière peut être consultée à toute étape du projet. Elle peut aussi assurer la promotion de pratiques culturales adaptées à la protection de l'eau ;
- : c'est lui qui, à la suite de l'enquête publique, donnera son accord pour la signature de l'arrêté préfectoral ;
- les services d'État : DDAF, DDASS, DRIRE... La DDASS est notamment en charge de l'instruction des dossiers de DUP et constitue donc un appui pour la collectivité. Les autres services, dans le cadre de la mission inter services de l'eau (MISE), sont réunis au sein d'un groupe de travail pouvant intervenir au cours du projet ;
- Le préfet : c'est lui qui désigne l'hydrogéologue agréé et qui est à la charnière de toutes les grandes étapes décisives de la procédure.

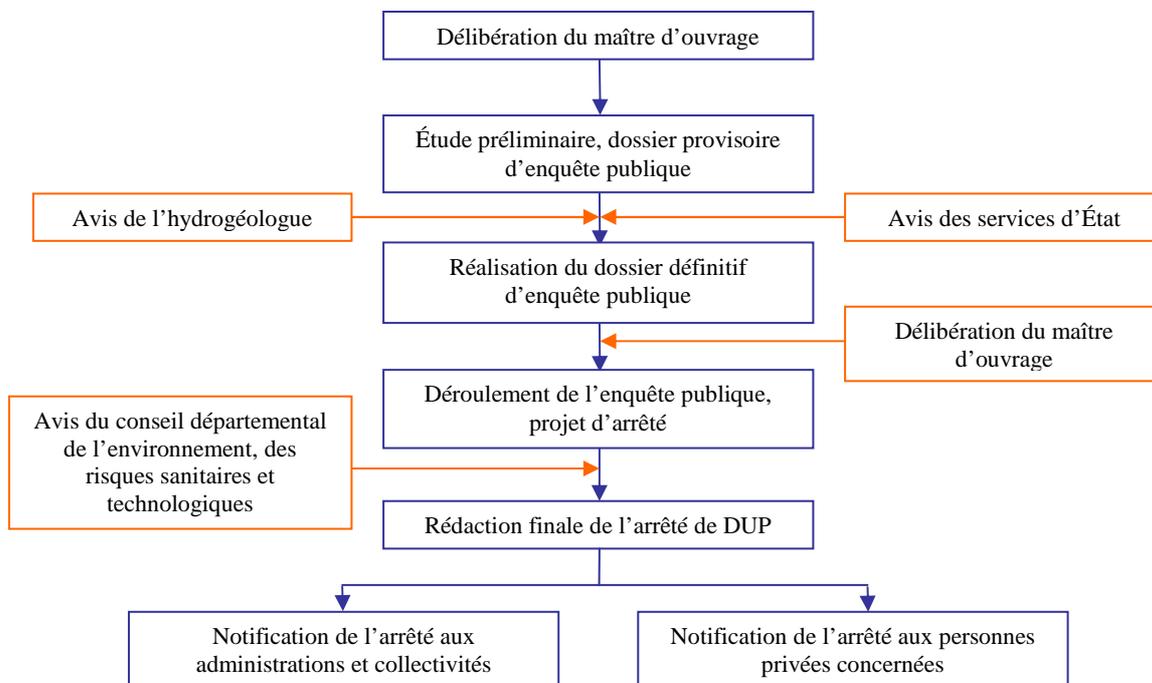


Figure 8. Synoptique général de la procédure administrative (inspiré de DDASS Aube, 2007 et Fleury, 1999)

Annexe 2. Détermination des périmètres de protection de captages

La phase de détermination des périmètres de protection se déroule en sept grandes étapes :

<p>Étape 1 : Élaboration du dossier préalable</p>	<p>Dossier rédigé par le bureau d'études, conformément au cahier des charges défini par la MISE.</p>
<p>Étape 2 : Validation du dossier préalable</p>	<p>Étude présentée à la MISE pour validation. Visite de terrain recommandée.</p>
<p>Étape 3 : Nomination de l'hydrogéologue</p>	<p>L'hydrogéologue agréé est nommé par le préfet, en concertation avec la DDASS.</p>
<p>Étape 4 : Avis de l'hydrogéologue</p>	<p>Pour rédiger son rapport, l'hydrogéologue se base sur le dossier préalable, la réglementation et les prescriptions type.</p>
<p>Étape 5 : Élaboration du dossier définitif</p>	<p>Suite au rapport de l'hydrogéologue, la collectivité complète le dossier en réalisant une étude technico-économique.</p>
<p>Étape 6 : Validation du dossier définitif</p>	<p>Présentation du dossier et des dispositions du projet d'arrêté, définies par les services de l'État, au groupe de suivi.</p>
<p>Étape 7 : Ouverture de l'enquête publique</p>	<p>Approbation du dossier par la collectivité qui demande l'ouverture de l'enquête publique. Dossier transmis à la DDASS.</p>

Figure 9. Constitution du dossier d'enquête publique (inspiré de DDASS Aube, 2007).

Annexe 3. Phase d'instauration des périmètres de protection de captages

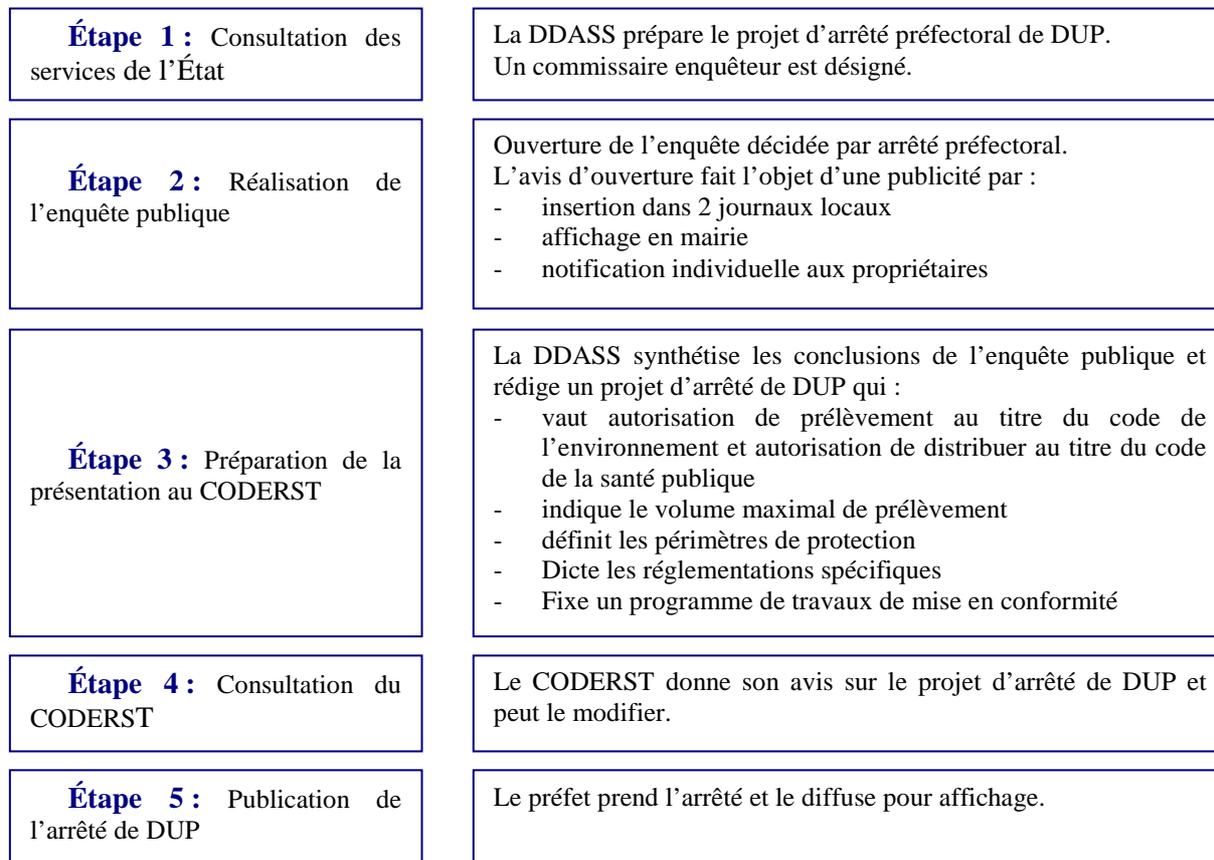


Figure 10. Phase d'instauration des périmètres de protection (inspiré de DDASS Aube, 2007).

Annexe 4. Synoptique de l'ensemble de la procédure de mise en place des périmètres de protection de captages

Procédure	Intervenant	Délai
Étape 1 : Incitation au démarrage de la procédure		
Information de la collectivité sur la procédure	DDASS	Sans délai
Délibération du conseil municipal ou syndical	Maître d'ouvrage	
Envoi de la délibération au préfet		
Consultation des bureaux d'études et choix		
Étape 2 : constitution du dossier préparatoire		
Descriptif du système de production et de distribution	Bureau d'études	3 à 6 mois
Étude pour évaluer les risques susceptibles d'altérer la qualité de l'eau		
Étude sur les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques		
Étude sur le choix des produits et procédés de traitement		
Élaboration du dossier « qualité des eaux »		
Préparation du dossier « police de l'eau »	Bureau d'études Service Police des eaux	
Étape 3 : désignation de l'hydrogéologue agréé		
Courrier de demande de désignation de l'hydrogéologue	Maître d'ouvrage	1 mois
Transmission de la demande au coordonnateur	DDASS	
Désignation de l'hydrogéologue agréé		
Étape 4 : visite hydrogéologique		
Élaboration du rapport de l'hydrogéologue agréé	Hydrogéologue agréé	3 mois
Envoi du rapport de l'hydrogéologue		
Étape 5 : élaboration et mise au point des dossiers d'enquête publique et parcellaire		
Mise au point du dossier (note de synthèse, travaux, état parcellaire...)	Bureau d'études	4 mois
Approbation du dossier technique provisoire	DDASS	
Étape 6 : recevabilité du dossier avant instruction		
Recevabilité du dossier avant instruction	DDASS Services Police de l'eau	1 mois
Étape 7 : enquête administrative		
Rédaction de la notice explicative	DDASS	2 mois
Consultation des services (DDEA, DRIRE...)		
Étape 8 : enquête publique et parcellaire		
Désignation du commissaire enquêteur	Le préfet	6 mois
Lancement DUP – Enquêtes publique et parcellaire	DDASS	
Affichage et mise à disposition du public du dossier d'enquête et du projet de périmètres + notification à chaque propriétaire	Maître d'ouvrage	
Avis du commissaire enquêteur	Commissaire enquêteur	
Étape 9 : CODERST		
Rédaction du projet d'arrêté préfectoral	DDASS	2 mois
Rapport du CODERST et présentation		
Procès verbal de délibération du CODERST et extrait		
Finalisation de l'arrêté préfectoral		
Signature de l'arrêté préfectoral	Le préfet	15 jours
Étape 10 : Notification et mise en compatibilité des documents d'urbanisme		
Transmission au Maire pour affichage et au maître d'ouvrage	DDASS	1 mois
Notification DUP aux propriétaires	Maître d'ouvrage	2 mois
Mise en compatibilité des documents d'urbanisme		3 mois

Tableau 7. Déroulement de la procédure de mise en place des périmètres de protection des captages d'eau (DDASS, 2004).

Annexe 5. Prescriptions générales définies pour les périmètres de protection de captages

Périmètre	Maîtrise foncière	Prescriptions
Immédiat (obligatoire)	Terrains à acquérir en pleine propriété (dérogation si les terrains appartiennent déjà à une collectivité publique).	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Toute autre activité que celles liées à l'exploitation et à l'entretien du point de prélèvement est interdite.
Rapproché (obligatoire, sauf si les conditions hydrologiques et hydrogéologiques permettent d'assurer efficacement la préservation de la qualité de l'eau par des mesures de protection limitées au voisinage immédiat du captage)	Acquisition facultative	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sont interdits ou réglementés toutes sortes d'installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux. ▪ Les collectivités ayant acquis des terrains dans ce périmètre peuvent, lors de l'instauration ou du renouvellement des baux ruraux visés au titre Ier du livre IV du code rural portant sur ces terrains, prescrire au preneur des modes d'utilisation du sol afin de préserver la qualité de la ressource en eau. ▪ Les communes ou les établissements publics de coopération intercommunale compétents peuvent instaurer dans ce périmètre le droit de préemption urbain dans les conditions définies à l'article L. 211-1 du code de l'urbanisme.
Éloigné (facultatif)	Acquisition facultative	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peuvent être réglementés les installations, travaux, activités, dépôts, ouvrages, aménagement ou occupation des sols de nature à nuire directement ou indirectement à la qualité des eaux.

Tableau 8. Maîtrise foncière et prescriptions générales définies par le code de la santé publique pour les périmètres de protection des captages d'eau destinée à l'alimentation humaine (Source : Code de la santé publique).

Un recueil des prescriptions générales contenues dans les arrêtés préfectoraux est présenté ci-dessous (Schnebelen, 2008).

PERIMETRE DE PROTECTION RAPPROCHEE

PRESCRIPTIONS	ZONE SENSIBLE		ZONE COMPLEMENTAIRE	
	<i>Interdit</i>	<i>Réglementé</i>	<i>Interdit</i>	<i>Réglementé</i>
Touchant à l'environnement du point d'eau :				
* Le déboisement et la suppression des friches :	+		+	
* La suppression des talus et des haies :	+		+	
* L'ouverture d'excavation, de carrière :	+		+	
* Le comblement d'excavation :	+			+
* L'entretien des espaces boisés par produits phyto-sanitaires :	+ OU	+		+
Touchant à la ressource en eau :				
* La création de puits et de forages :	+		+ OU	+
* La création de plans d'eau :	+		+	
* L'assainissement hydraulique des terrains (drainage, création et recalibrage de fossés) :	+		+	
Touchant à l'urbanisation et l'occupation des sols :				
* Les nouvelles constructions (à l'exception de celles destinées au fonctionnement A.E.P. ,des ouvrages destinés à maîtriser les sources de pollution et des extensions ou rénovation des bâtiments existants) :	+			+
* L'assainissement autonome des habitations (le raccordement au réseau quand il est possible étant obligatoire) :		+		+
* La création de terrains de camping :	+		+	
* La création de cimetières :	+		+	
* L'installation de canalisations, de réservoirs ou dépôts d'hydrocarbures liquides et de produits chimiques ou d'eaux usées de toute nature : <i>Cette interdiction ne s'applique pas aux ouvrages de dimension individuelle liés aux habitations existantes ou aux exploitations agricoles qui doivent être en conformité avec la réglementation applicable en la matière, aux canalisations destinées à l'alimentation en eau potable.</i>	+		+	
* Le dépôt d'ordures ménagères et de tous produits susceptible d'altérer la qualité des eaux par infiltration ou par ruissellement :	+		+	
* L'utilisation de produits phyto-sanitaires pour l'entretien des chemins, chaussées, bas côtés, fossés, voies ferrées, parkings..., à proximité des ruisseaux et des plans d'eau ... :	+		+ OU	+
* La création ou modification de voies de communication :	+		+ OU	+
* Le déversement des eaux pluviales :		+		+
* Les transports à risque :		+		+

PRESCRIPTIONS	ZONE SENSIBLE		ZONE COMPLEMENTAIRE	
	<i>Interdit</i>	<i>Réglementé</i>	<i>Interdit</i>	<i>Réglementé</i>
Touchant spécifiquement à l'agriculture :				
* L'extension et modification des bâtiments d'élevage :	+ OU	+		+
* Le changement d'affectation des bâtiments d'élevage :		+		+
* L'irrigation des cultures :	+ OU	+	+ OU	+
* Les cultures hors prairies :	+			+
* Les dépôts non aménagés de produits fertilisants ou de produits phyto-sanitaires :	+ OU	+	+ OU	+
* Le traitement des cultures par voie aérienne :	+		+	
* L'utilisation de produits phyto-sanitaires :	+ OU	+		+
* Les apports en fertilisants de type III (*) :	+ OU	+		+
* Points d'affouragement et d'abreuvement temporaire. Distance par rapport points d'eau, ruisseaux et fossés :		+		+
* L'affouragement permanent des animaux à la pâture :	+		+	
* Le pâturage :	+ OU	+		
* Les élevages de type plein- air :	+		+	
* La charge en animaux :		+		+
* Les dépôts non aménagés de fumiers et de matières fermentescibles destinés à la fertilisation des sols :	+		+	
* Les silos non aménagés destinés à la conservation, par voie humide, des aliments pour animaux :	+		+ OU	+
* Les épandages dans les zones non exclues réglementairement et sur les sols aptes à l'épandage (fertilisants de type I (*)) :	+ OU	+		+
* L'épandage des fientes et fumiers de volailles :	+		+	
* L'épandage des déjections liquides et des produits assimilés: boues de stations d'épuration, effluents industriels... (fertilisants de type II (*)) :	+			+

(*) Type de fertilisants définis par la directive "nitrates"

PERIMETRE DE PROTECTION IMMEDIATE

Dans ce périmètre toute activité est interdite, à l'exclusion de celle liée au pompage et au traitement de l'eau. L'instauration du périmètre doit s'accompagner d'un diagnostic de l'état des ouvrages de captage et du périmètre lui-même. Sa qualité doit également être appréciée :

- clôture : état, efficacité,
- entretien du périmètre qui ne doit pas être réalisé avec des produits chimiques,
- contrôle de l'absence de stockage. Lorsque la station de traitement est située dans le périmètre du captage, les quantités de réactifs de traitement stockées doivent être destinées uniquement aux besoins de celle -ci.

* Pour les puits, il est nécessaire de contrôler :

- l'état du cuvelage (joints, fissures), le couvercle,
- la ventilation (état des treillis),
- l'état de la dalle périphérique (s'il en existe une), sa jonction au cuvelage,
- l'exposition aux eaux de ruissellement : état des fossés périphériques s'il en existe, curage de ceux-ci si nécessaire, création éventuelle de fossés, devenir des eaux véhiculées par les fossés,
- trop-plein : possibilité d'entrée d'eaux souillées, d'entrée d'animaux (pose d'une grille).

* Pour les forages, rechercher l'existence d'une cimentation annulaire

Si celle-ci n'existe pas, apprécier la vulnérabilité de l'ouvrage vis-à-vis des risques d'infiltration, préconiser éventuellement des aménagements.

Rappel : Un périmètre de protection immédiate particulier doit protéger la station de traitement si celle-ci n'est pas implantée dans le périmètre de captage.

Annexe 6. Description détaillée des captages d'Argol (Finistère)

(Thonon, 1996 ; Le Coz, communication personnelle)

Contexte

La commune d'Argol compte six sites de captages qui permettent d'alimenter plus de moitié de la population de la presqu'île de Crozon (17 000 hab.). Les ouvrages étaient à l'origine propriété d'un syndicat des eaux mais sont aujourd'hui passés sous la responsabilité de la communauté de communes de la presqu'île, qui regroupe 7 communes dont celle d'Argol. L'ensemble des sites captants est réuni sur une zone d'environ 1,5 km de rayon (Cf. Carte), certains se trouvant en forêt communale alors que d'autres sont situés dans des zones très majoritairement agricoles. Ces caractéristiques en font des sites d'étude particulièrement intéressants. La communauté de commune ne possède que peu de terres aux alentours des captages et n'affiche pas une volonté de boisement très marquée.

Description générale des captages

Les ouvrages

L'ensemble des ouvrages est protégé par des périmètres de protection immédiate et rapprochée A (sensible) indépendants mais ont un périmètre rapproché B (complémentaire) commun. Ils fonctionnent tous par gravité et sont composés de puits et drains captant une nappe de faible profondeur. Ils fournissent en moyenne 600 000 m³/an. L'ensemble de l'eau prélevée est collecté au niveau du site de Kernagoff. Toutefois, une petite part de la production des captages de Sainte-Agnès et du Cléguer est acheminée vers une autre unité.

La géologie

Les ouvrages sont situés sur des formations géologiques diverses qui s'échelonnent du Sud au Nord :

- grès armoricain (Captages de Sainte-Agnès et du Cléguer) ;
- schistes de Postolennec (Kernaeron, Pen ar Roz et Goarem an Abad) ;
- grès de Kermeur ;
- tufs et calcaires de Rosan ;
- schistes de groupe de Kerguilé (Kernagoff).

Ces formations sont altérées de manière très hétérogène le long de la pente allant du Sud de la zone vers le Nord.

L'hydrologie

La ressource en eau est principalement située dans le substrat gréseux et les altérites. Le transfert de celle-ci ainsi son débordement occasionnel se fait par l'intermédiaire de fractures dans les formations géologiques.

La zone d'alimentation

La zone d'alimentation de l'ensemble des captages est estimée à 328 ha et résulte de la juxtaposition des aires d'alimentation de chacun des ouvrages. Les pluies efficaces sont évaluées dans ce secteur à 475 mm/an, ce qui représente 1 500 000 m³/an sur la totalité de la zone d'alimentation. L'infiltration étant estimée 75 % de ces précipitations efficaces, la recharge annuelle théorique de la nappe est de 1 125 000 m³.

Impact sur la ressource

Impact quantitatif

Le prélèvement moyen annuel représente 53 % de la recharge théorique. Ainsi, la pérennité de la ressource n'est pas remise en cause par les ouvrages.

Impact qualitatif

La qualité des eaux puisées est satisfaisante avec des teneurs en nitrates inférieures à 50 mg/l (27 mg/l en moyenne dans le mélange des eaux). L'eau est en revanche très acide.

Réglementation

Les captages situés sur la commune d'Argol font l'objet d'un arrêté préfectoral depuis le 17 avril 2003. Ils sont ainsi protégés par des périmètres immédiats et des périmètres rapprochés. Ces derniers sont scindés en deux zones : A (sensible) et B (complémentaire). La zone B du périmètre de protection rapprochée est commune à l'ensemble des ouvrages. Les périmètres immédiats sont tous grillagés et entretenus.

Une partie des périmètres se trouvant en forêt communale, elle est soumise au régime forestier.

L'arrêté de DUP préconise des actions particulières dans les périmètres rapprochés des captages en insistant sur la mise en conformité de certains bâtiments, sur l'aménagement d'un point d'abreuvement à Sainte-Agnès pour empêcher l'accès des animaux dans le secteur humide ou encore sur la suppression des stationnements pour accéder au site d'escalade du Cléguer.

L'hydrogéologue préconise de plus une sensibilisation des particuliers sur « l'emploi et la manipulation de produits phytosanitaires » ainsi qu'une exploitation des bois sans coupe rase.

Maîtrise foncière et boisement

Les périmètres de protection immédiate sont propriété de la commune. En revanche, excepté en forêt où l'intégralité des terres est communale, la collectivité n'affiche pas une volonté claire de développer sa maîtrise foncière. En effet, si quelques parcelles des périmètres rapprochés lui appartiennent, le reste est propriété de particuliers, généralement des agriculteurs qui exploitent ces terrains en prairie avec fauchage annuel et exportation de la matière.

De même, si une bonne partie des surfaces sont boisées (forêt communale ou accrus forestiers représentent un peu plus de 50 % du périmètre de protection global), la communauté de commune n'envisage pas d'accroître cette proportion pour l'instant.

Étude particulière des captages de Kernagoff

Ce site est situé à l'Ouest du bourg d'Argol et est constitué de plusieurs drains profonds de 3,5 à 4 m.

Topographie

Les ouvrages du site de Kernagoff se trouvent en bas de pente. Cette dernière est orientée Sud-Est – Nord-Ouest.

Pédologie

Les sols sont sains, à l'exception d'une petite zone en aval des ouvrages, peu profonds (environ 20 cm) et à tendance plutôt argileuse. Ils sont acides.

Occupation des sols

Le périmètre de protection rapprochée A du captage de Kernagoff s'étend sur 17 ha. Il est constitué d'une petite zone boisée directement en amont des ouvrages (moins de 10 % de la surface), le reste étant des prairies exploitées par l'agriculteur installé sur le secteur ou des friches.

Étude particulière des captages de Kernaeron

Le site de Kernaeron est situé au Sud du bourg d'Argol. Il est constitué d'un puits recueillant l'eau de 2 drains à 3 m de profondeur.

Topographie

L'ouvrage est localisé dans une zone relativement plane, non loin de la base du versant Nord-Ouest de la montagne d'Argol.

Pédologie

Les sols sont plutôt de type loam (argile, limon et sable) et relativement épais (environ 50 cm). Ils sont acides.

Occupation des sols

Le périmètre de protection rapproché A est constitué de 12 ha très majoritairement agricoles. En effet, seuls les talus séparant les différentes parcelles sont boisés. Ces dernières sont exploitées en prairie avec fauchage annuel et aucun bâtiment ne se trouve dans le périmètre.

Étude particulière des captages de Pen ar Roz

Le captage de Pen ar Roz est situé au Sud-Est du bourg d'Argol. Il est constitué de trois regards recueillant l'eau de plusieurs drains entre 4 et 7 m de profondeur. Le regard à l'aval de la zone collecte également les eaux provenant d'un forage de 80 m et du captage voisin de Goarem an Abad.

Topographie

La topographie du site est très comparable à celle du captage de Kernaeron : ouvrages en zone plane mais au pied du versant de la montagne d'Argol.

Pédologie

Les sols sont généralement sains et peu profonds (30 cm environ) à tendance argileuse. Ils sont là encore, comme dans toute la zone, acides.

Occupation des sols

Le périmètre A, de 17 ha, est commun à l'ouvrage de Goarem an Abad et de Pen ar Roz. 50 % de la surface de ce périmètre est agricole et le reste est boisé (25 % de forêt communale, globalement du pin maritime, et 25 % d'accrus naturels, généralement du châtaignier). Pen ar Roz est localisé dans la zone plutôt agricole du périmètre. Le bâtiment d'une colonie de vacances est situé à l'intérieur de ce périmètre.

Étude particulière du captage de Goarem an Abad

Ce captage est situé à 1,2 km au Sud-Est du bourg d'Argol. Il est constitué d'un unique puits implanté à 3 m de profondeur recueillant l'eau de 2 drains ainsi que celle arrivant par le fond de l'ouvrage.

Topographie

Le captage est implanté sur le flanc Nord de la montagne d'Argol.

Pédologie

Les sols sont des loam moyennement profonds (40-50 cm). Ils sont localement hydromorphes.

Occupation des sols

La part du périmètre commun attribuée à l'ouvrage de Goarem an Abad est estimée à 6 ha. Celui-ci est situé dans la zone la plus forestière.

Étude particulière du captage de Sainte-Agnès

L'ouvrage de Sainte-Agnès est localisé au Sud-Est de la commune d'Argol, à 1,8 km du bourg. Il est constitué de deux regards profonds de 1,6 et 4 m et d'un drain.

Topographie

L'ouvrage de Sainte-Agnès est implanté sur le flanc Nord de la montagne d'Argol, dans un petit vallon.

Pédologie

Les sols sont là encore des loam, mais un peu plus profonds qu'en amont (60-70 cm).

Occupation des sols

Le périmètre de protection rapprochée A, de 10 ha, est constitué à plus de 80 % de peuplements forestiers majoritairement composés de pins maritimes (forêt communale). Une prairie longe la bordure Ouest de ce périmètre. De par les préconisations particulières de l'arrêté de DUP, les animaux présents dans cette prairie ne s'approchent plus de la zone humide située aux abords directs du captage.

Étude particulière des captages du Cléguer

Situés encore un peu plus au Sud par rapport à l'ouvrage de Sainte-Agnès, le site du Cléguer est constitué de deux regards profonds de 2 et 2,7 m reliés par un drain.

Topographie

L'ouvrage du Cléguer est localisé sur le flanc Nord de la montagne d'Argol, à proximité de la crête.

Pédologie

Ce sont des loam sur une profondeur moyenne d'environ 40 cm. L'hydromorphie du site est relativement marquée.

Occupation des sols

Le périmètre A s'étend sur 31 ha et est implanté à 50 % sur la forêt communale, le reste étant des prairies fauchées annuellement. Une falaise d'escalade anciennement pratiquée par le club local attire toujours des adeptes à proximité des captages, induisant des passages de véhicules. Toutefois, les préconisations de l'arrêté de DUP ont conduit à éloigner ces véhicules en supprimant les possibilités de parking et en implantant une barrière à l'entrée de la zone.

Annexe 7. Description détaillée des captages de Saint-Jacut-du-Mené (Côtes d'Armor)

(Carré, 1995 ; Robert, communication personnelle ; Le Bourvellec, communication personnelle)

Contexte général

Le syndicat des eaux de la Hutte est implanté sur 5 communes costarmoricaines. Il dispose de 2 captages (sites de la Hutte et du pré des tasnières) pour alimenter environ 3 000 habitants. Ceux-ci sont présents sur un même site et ont un périmètre de protection rapprochée commun. Ils sont composés de 8 puits au total, profonds de 3 à 6 m, et produisent en moyenne 70 000 m³/an. Le complément d'alimentation en eau est acheté au syndicat voisin et est d'environ 100 000 m³/an. Le site était à l'origine agricole et a été acquis par le syndicat des eaux il y a une quinzaine d'années. Ce dernier, constatant une qualité moyenne de la ressource prélevée, a décidé de boiser les terrains en sa propriété pour tenter de reconquérir cette qualité. Cette opération est-elle un succès.

Description des captages

Les ouvrages

Le captage de la Hutte, le plus au Sud, est composé de 5 puits et celui du pré des tasnières de 3 puits. Ils fonctionnent tous par un système gravitaire. Le site de la Hutte est plus productif que celui des prés tasnières qui représente environ 43 % de la production totale.

La topographie

Les puits sont installés le long de deux talwegs orientés Sud-Ouest – Nord-Est. Ces derniers creusent le versant d'un « bombement » topographique d'une pente d'environ 10 % aux abords des talwegs. La pente générale est un peu plus faible.

La géologie

Les ouvrages sont implantés sur des micaschistes globalement recouverts de colluvions. Au sommet du bombement, on est sur des formations du Briovérien. L'eau est puisée dans une nappe libre peu profonde située dans l'altération de ces roches ou dans leur fracturation.

La pédologie

Les sols sont de profondeur variable, de peu épais à moyennement épais avec une moyenne d'environ 40 cm. Ils sont plutôt limoneux et hydromorphes localement, notamment dans les champs captants où la nappe affleure. Ces sols sont acides (pH moyen de 5) et perméables.

L'hydrologie

Les précipitations efficaces sont évaluées à 400 mm/an pour ce secteur. La surface du bassin considéré s'élevant à 57 ha (40 ha pour la Hutte, 17 ha pour le pré des tasnières), la recharge annuelle de la nappe est théoriquement de 228 000 m³.

L'occupation des sols

Le secteur est à vocation principalement agricole et l'on comptait jusqu'à dix agriculteurs dans la zone d'étude, principalement orientés vers la production laitière. La zone est protégée par des périmètres immédiats et un périmètre rapproché composée d'une zone sensible et d'une zone complémentaire. Les premiers sont grillagés et très bien entretenus. Le périmètre sensible est entièrement boisé depuis une douzaine d'années à l'exception d'une prairie de 4 ha au Nord-Ouest du site. Cette dernière partie, récemment acquise par la collectivité, est en cours de plantation.

Le périmètre de protection rapprochée complémentaire comprend des bâtiments d'exploitation agricole. Il est principalement composé de prairies et de champs. L'état des bâtiments à proximité des captages est satisfaisant.

La pente présente sur le site peut engendrer des phénomènes de ruissellement de l'amont vers les puits. Le secteur est donc sensible aux pollutions d'origine agricole.

Impact sur la ressource

Quantitatif

70 000 m³/an sont prélevés alors que la recharge annuelle est estimée à 228 000 m³/an. Les ouvrages n'affectent donc aucunement la quantité de ressource en eau présente sur le site.

Qualitatif

L'eau prélevée est acide, de bonne qualité au niveau des paramètres organiques et des micropolluants mais présentait un taux de nitrates très souvent supérieur à 50 mg/l. La modification de l'occupation des sols engendrée par le boisement semble avoir eu un effet positif sur ce paramètre.

Réglementation

Les captages de la Hutte et du pré des tasnières sont sous le coup d'un arrêté préfectoral datant de septembre 1997. Les périmètres de protection ont pu être institués à partir de cette date. Les préconisations induites par l'arrêté, outre la mise en conformité des bâtiments d'exploitation, se limitent aux prescriptions générales.

L'hydrogéologue préconise clairement la conversion des terres agricoles en prairies permanentes sans même évoquer l'alternative du boisement.

Maîtrise foncière et boisement

L'institution des périmètres de protection a coïncidé avec la cessation d'activité d'une exploitation incluse dans la zone d'étude. La collectivité a alors immédiatement acheté l'intégralité des terrains appartenant à cette exploitation. Ceci lui a permis d'échanger aisément des parcelles avec les exploitations exerçant dans le périmètre de protection rapprochée. Ainsi, à l'exception d'une cinquantaine d'ares, le syndicat des eaux possède la totalité de la zone sensible de ce périmètre (32 ha). Les terrains acquis ont été immédiatement boisés. La collectivité a bénéficié de subventions à hauteur de 80 % pour cette opération (Agence de l'eau Loire-Bretagne, conseil régional et conseil général des Côtes d'Armor). Pour Loïc Robert, actuel président du syndicat des eaux de la Hutte, les boisements ont permis de sécuriser la ressource en eau et d'exploiter la totalité des puits présents puisque l'un d'entre eux présentait des teneurs en nitrates trop élevées avant l'opération.

Annexe 8. Description détaillée des captages de Châteaulin (Finistère)

(Thonon, 1995 ; Madec, communication personnelle)

Contexte

La commune de Châteaulin est alimentée en eau par 3 unités de captages et une prise d'eau superficielle dans le canal traversant la ville. Deux de ces sites captants semblent particulièrement intéressants pour l'étude. En effet, ils sont distants de moins d'un kilomètre et sont situés sur le même versant. Ces deux sites sont dénommés Prat ar Rouz (le plus à l'Ouest) et Menez Kelec'h. Le premier, dont la commune détient environ 11 ha, est principalement constitué de landes, prairies et friches alors que le second est en grande partie boisé et est propriété de particuliers à l'exception du périmètre de protection immédiate. L'ensemble de ces captages constitue une production d'environ 200 000 m³/an.

Description générale des captages

Les ouvrages

Les deux sites sont composés de puits et de drains fonctionnant uniquement par gravité.

Les ouvrages de Prat ar Rouz ont été réalisés en 1963 et 1964 et sont peu profonds (de 0,5 à 3 m). 16 puits sont recensés. L'humidité du sol reflète l'affleurement de la nappe.

Le site de Menez Kelec'h a quant à lui été exploité à partir de 1952. Il est constitué de 10 puits peu profonds (de 1 à 4 m) et de drains. Sur ce site encore, la proximité de la nappe est visible par l'engorgement de certaines zones.

La géologie et la pédologie

Les ouvrages se situent sur des schistes de Postolonnec, à la limite des grès armoricains. La zone est tectonisée, les failles étant localisées par le débordement d'une nappe libre.

Les sols sont argileux avec une tendance sableuse particulièrement sur les versants en amont. Ils sont hydromorphes localement, généralement aux endroits où sont localisés les ouvrages. Nous sommes sur une station tourbeuse acide (Pseudogley superficiel tourbeux).

La zone d'alimentation

Les bassins d'alimentation de Prat ar Rouz et de Menez Kelec'h sont estimés respectivement à 27 et 40 ha. Les pluies efficaces étant évaluées à 460 mm/an, la recharge annuelle de la nappe serait donc de 300 000 m³/an au total (respectivement 125 000 et 180 000 m³/an).

Impact sur la ressource

Quantitatif

L'ensemble des puits et drains prélevant 200 000 m³/an, la pérennité de la ressource ne semble pas remise en cause. Ce prélèvement représente en effet 2/3 de la recharge annuelle.

Qualitatif

La qualité des eaux puisées est très bonne et stable. Le taux de nitrates moyen est en effet de 5 mg/l. Seul le puits présent à l'extrémité Est du site de Menez Kelec'h présente un taux plus élevé mais tout de même en dessous des normes. Les captages étant en place depuis longtemps, ils ne menacent plus la qualité de la ressource.

Le rapport de l'hydrogéologue agréé signale la présence d'un réseau conséquent de voirie qui peut représenter un risque de pollution ponctuelle en cas d'accident.

Réglementation

Les deux sites sont sous le coup d'un arrêté préfectoral de DUP commun depuis le 23 décembre 1999. Des périmètres de protection sont donc en place (Cf. Carte de localisation). Le périmètre rapproché est divisé en deux zones : sensible (A) et complémentaire (B).

Les préconisations particulières de l'arrêté de DUP concernent la circulation aux abords des deux sites. La vitesse sera limitée et le transport de produits chimiques et d'hydrocarbures sera interdit dans cette zone.

Les terrains des périmètres immédiats sont, à l'exception d'une petite partie sur Menez Kelec'h, propriété de la commune. Toutefois, ils ne sont pas déboisés ni même engrillagés. Seule une zone débroussaillée récemment matérialise la présence des puits.

Annexe 9. Description détaillée des captages de Mûr-de-Bretagne (Côtes d'Armor)

(Chauvet, 2005a ; Chauvet, 2005b ; Jego, communication personnelle)

Contexte

La commune de Mûr-de-Bretagne représente environ 1 330 abonnés au réseau d'eau collectif. Les besoins de celle-ci sont d'environ 170 000 m³/an et elle est alimentée en partie par 3 zones de prélèvements communales (le reste étant fourni par deux syndicats mixtes alentours) :

- Le site de la Roche, qui est constitué de 4 forages profonds dont 2 ne sont plus en fonctionnement. Les 2 forages restants, qui ont été mis en place dans les années 1993 et 2001, produisent environ 150 000 m³/an ;
- Le site de Botminy, qui comprend 3 puits peu profonds et un collecteur ;
- Le site de Toul Du, comprenant 4 puits et dont les eaux sont collectées par l'installation de Botminy.

Les 2 derniers sites produisent chacun environ 40 000 m³/an en moyenne (environ 35 m³/h). La qualité des eaux brutes provenant de ceux-ci respectant les limites réglementaires, elles sont uniquement traitées par une simple chloration. Ces deux sites sont exploités en priorité par rapport aux forages de La Roche, tout du moins en période humide

Les prélèvements en eaux profondes sont séparés de quelques mètres seulement et aucun site comparable n'est géographiquement proche. Aussi, nous ne nous intéressons dans le cadre de l'étude qu'aux deux zones de captages peu profonds. Celles-ci sont en effet distantes d'environ 1 kilomètre et leurs caractéristiques géologiques et pédologiques sont sensiblement identiques. De plus, l'un des captages est situé dans un environnement majoritairement agricole alors que le second est principalement entouré de boisements.

Description générale des captages

Les ouvrages

Les captages de Botminy et de Toul Du sont composés au total de 7 puits peu profonds. Ceux du premier site sont équipés de drains et alignés sur environ 200 m de longueur de l'amont vers l'aval (du Nord vers le Sud). Leurs profondeurs respectives sont 2,70 m, 2 m (collecteur), 3 m et 4,50 m. Quant au captage de Toul Du, il est composé de 3 puits alignés sur environ 70 m de profondeurs 5,50 m, 3,10 m et 3,50 m. Le quatrième puits est à une centaine de mètres en contrebas, d'une profondeur de 3,80 m.

L'ensemble des captages est basé sur un fonctionnement gravitaire.

La géologie

Les puits sont placés sur un substratum constitué de formations dévoniennes essentiellement schisteuses et dures. L'aquifère capté correspond à une formation altéritique colluvionnée qui surmonte ce substratum. La partie fracturée de ce dernier n'est probablement pas captée car les puits sont trop peu profonds. L'affleurement de la nappe est confirmé par la présence de zones humides en période de hautes eaux.

L'hydrologie

Le bassin versant du site de Botminy possède un réseau hydrographique très faible composé principalement de ruissellements plus ou moins forts selon les pentes.

En revanche, la disposition des captages du Toul Du provoque une concentration des eaux de ruissellement juste en amont de ceux-ci. Le site se trouve en tête d'un talweg drainé par un petit cours d'eau (le Guer) qui contourne les captages par un réseau de fossés.

Enfin, la présence de zones humides nous montre bien l'affleurement de la nappe.

La zone d'alimentation

Les pluies efficaces sont en moyenne de 300 mm par an pour la région. L'hydrogéologue estime qu'en raison de la topographie du secteur (pentes de 10 % en moyenne), l'infiltration est certainement inférieure à cette valeur.

Le bassin versant topographique de chacun des sites est d'environ 75 ha.

Impact sur la ressource

Les captages environnants

Quatre autres ouvrages sont recensés dans l'environnement des sites de Botminy et de Toul Du, 3 puits et un forage. L'un des puits n'est plus utilisé alors que les 2 autres le sont uniquement à des fins domestiques et de manière irrégulière. Le forage est exploité à un débit instantané de 25 m³/h et est utilisé régulièrement pour un élevage bovin (200 têtes) et un poulailler.

Les captages communaux étant basés sur un système gravitaire, ils n'impacteront aucunement la ressource de ces ouvrages.

Les eaux souterraines

Si l'on estime la part d'infiltration à environ 50 % (Alary, 2004), d'après les pluies efficaces moyennes (300 mm/an) et l'aire d'alimentation totale des 2 sites (150 ha), on obtient une recharge annuelle moyenne d'environ 225 000 m³.

En attribuant une production totale de 85 000 m³/an en moyenne pour les captages communaux, le prélèvement représente donc moins de 40 % de la recharge naturelle. Le bilan hydrique est ainsi largement excédentaire et l'implantation des ouvrages ne met pas en péril la ressource du bassin.

En outre, de part leur caractère gravitaire, les prélèvements effectués n'ont pas d'incidence qualitative sur la ressource (Alary, 2004).

Les eaux superficielles

Celles-ci sont très faiblement représentées sur les sites concernés. Seul le ruisseau du Guer qui prend sa source au niveau des captages de Toul Du apparaît comme un écoulement important. Toutefois, étant donné le bilan hydrique largement excédentaire, la part des écoulements reste amplement suffisante à l'alimentation de ce cours d'eau.

Réglementation

Périmètres de protection

En octobre 1996, suite à l'avis de l'hydrogéologue agréé, il a été proposé que les captages de Botminy et de Toul Du fassent l'objet de l'établissement de périmètres de protection immédiats et rapprochés recouvrant l'essentiel des zones d'alimentation concernées.

Compatibilité avec le SDAGE et le SAGE

Du fait que la commune s'engage à sécuriser la ressource par l'établissement de périmètres de protection, elle est en conformité avec le SDAGE Loire-Bretagne. De plus, la nappe captée n'est pas classée comme intensément exploitée¹⁸ (NIE).

En outre, les ouvrages captant n'ayant pas d'impact quantitatif ou qualitatif sur la ressource, il ne vont pas à l'encontre des objectifs du SAGE du bassin versant du Blavet qui sont :

- dépollution et potabilisation de la ressource ;
- règlement des conflits d'usage ;
- protection des populations piscicoles.

Arrêtés préfectoraux de DUP

Les captages de Botminy et de Toul Du ont fait récemment l'objet d'arrêtés préfectoraux de déclaration d'utilité publique (janvier 2006). Ceux-ci ne contiennent pas de prescriptions particulières.

Maîtrise foncière et boisement

La commune s'efforce de posséder l'ensemble des terrains compris dans les périmètres de protections rapprochés et immédiats. Elle y parvient petit à petit en procédant à des échanges de parcelles ou en les

¹⁸ Le SDAGE Loire-Bretagne classe certaines nappes en nappes intensément exploitées. Dans ces zones, l'agence de l'eau majore ses aides et redevances pour progresser vers une utilisation équilibrée de la ressource.

achetant. Toutefois, sa priorité concerne les zones agricoles. Mr Jégo, responsable du service des eaux de la collectivité, confie en effet que les terrains laissés en friche ou déjà boisés ne présentent pas de risque apparent pour la qualité de l'eau et restent donc propriété de particuliers. Les indemnités versées aux propriétaires des terres acquises s'élèvent au total à environ 18 000 € pour 50 ha.

En outre, les procédures de protection étant relativement récentes, aucune opération de boisement n'a été engagée par la commune. Les peuplements forestiers en place, dont une partie est inscrite au régime forestier sur le site de Botminy, proviennent de plantations anciennes ou d'accrus naturels.

La collectivité a disposé d'aides financières dans le cadre de ses procédures d'autorisation de prélèvement et d'analyse ainsi que pour l'étude des périmètres de protection. Ces aides proviennent de :

- l'agence de l'eau Loire-Bretagne, à hauteur de 50 % du coût HT ;
- le syndicat départemental d'alimentation en eau potable, à hauteur de 15 %.

Étude particulière des captages de Botminy

Topographie

Les captages sont alignés transversalement à une pente d'environ 15 % qui domine le lac de Guerlédan. Aucune situation morphologique particulière n'est à signaler.

Pédologie

Les sols sont globalement limoneux, peu épais (40 cm en moyenne) mais présente une certaine hétérogénéité dans cette épaisseur. Ils sont peu hydromorphes, excepté au niveau du champ captant.

Occupation des sols

Le bassin versant topographique du site de Botminy se compose de :

- 28 ha de zones agricoles (élevage bovin) ;
- 38 ha de zones naturelles (bois et landes) ;
- 5,5 ha de zones agricoles dites « peu actives » qui sont composées de vergers ou jeunes plantations.

La zone est donc majoritairement naturelle ou assimilée comme telle (61 % si l'on y inclut les 5,5 ha) et les activités agricoles sont réglementées par la commune (prairie toujours en herbe). Deux exploitations sont concernées par les périmètres de protection mais aucun bâtiment agricole ne figure à l'intérieur de ceux-ci. La première occupe 14 ha. Ses apports d'azote sont modérés (< 20 unités/ha) et proviennent de fumiers bovins. Le bilan azoté est déficitaire pour cette exploitation. En revanche, la seconde exploitation présente un bilan azoté excédentaire de 49 unités/ha (apport de fumiers organiques et d'azote minéral, soit 70 unités/ha).

Excepté ce problème, la sensibilité du bassin versant aux risques de pollution est donc considérée comme faible. En outre, l'exploitation à risque, qui est située à environ 300 m au Nord-Est du champ captant, se trouve sur la partie amont moins pentue (environ 8 %) du bassin. De plus, une haie transversale permet de minimiser son impact.

Les boisements en place sont constitués principalement d'anciennes plantations d'épicéa (d'environ 40 ans), de bouleaux ayant colonisés le site, de quelques chênes (sûrement d'anciennes réserves de taillis sous futaie), châtaigner, hêtre et pins sylvestres épars. La zone n'est pas sylvicolement travaillée depuis visiblement plusieurs années, les arbres ont en moyenne une trentaine d'année et de jeunes châtaigniers et hêtres sont présents.

Enfin, quelques habitations environnantes ne présentaient pas en 2005 un assainissement satisfaisant et sont donc contraints à une mise aux normes.

Périmètres de protection

En vue de préserver la qualité de l'eau, des périmètres de protection des captages ont donc été mis en place :

- un périmètre immédiat de 72 ares autour des ouvrages. Ce périmètre n'est aujourd'hui pas encore grillagé ;
- un périmètre de protection rapprochée divisé en deux zones : sensible (13,5 ha) et complémentaire (35 ha).

Qualité de l'eau

De manière générale, la qualité des eaux brutes est satisfaisante. L'eau est un peu acide (pH de 5,5) et peu minéralisée. Sur le plan des nitrates, les valeurs sont à peu près stables depuis 1993 avec une teneur d'environ 20 mg/l (DDASS). En outre, les teneurs en phosphates peuvent être considérées comme négligeables.

Étude particulière des captages de Toul Du

Topographie

Les ouvrages sont situés le long d'une pente d'environ 10 % dominant le lac de Guerlédan. Toutefois la morphologie des lieux est assez particulière. En effet, les puits sont localisés au niveau d'une rupture de pente générale, juste à l'aval de la partie supérieure du bassin (à pente plus douce : 7 %). De plus, un talweg borde la zone captante. Cette disposition a pour effet une concentration des eaux de ruissellement au niveau de la zone située juste en amont des ouvrages.

Pédologie

Les sols sont sensiblement proches de ceux du site de Botminy, peu épais (40 cm en moyenne) mais d'épaisseur variable. De manière générale, ils ne sont pas hydromorphes. La seule hydromorphie constatée est localisée sur la prairie humide en amont du champ captant.

Occupation des sols

Le bassin versant du site de Toul Du est composé de la sorte :

- 53 ha de zones agricoles actives ;
- 15 ha de zones naturelles (bois et landes).

La zone est donc majoritairement agricole (78 %). Trois exploitations sont concernées par les périmètres de protection, des bâtiments agricoles étant de plus présents dans le bassin. En outre, les zones naturelles sont essentiellement concentrées au voisinage des captages.

Les exploitations font principalement de l'élevage bovin et un peu de volailles. Ainsi, la majorité des terrains agricoles du bassin versant sont des prairies toujours en herbe. Toutefois, il est à noter qu'en amont, quelques cultures de céréales sont en place. La première exploitation, occupant 20,5 ha au Nord et Nord-Est du bassin, présente un bilan azoté déficitaire avec moins de 20 unités/ha d'apports en fumiers bovins. Les deux autres (27 ha à l'Ouest et au Sud-Est du bassin pour la deuxième et 5,5 ha au centre pour la dernière) sont en revanche problématiques et épandent, en plus du fumier bovin ou du lisier, du fumier provenant de volailles. Elles apportent ainsi environ 80 unités d'azote/ha et présente un bilan amplement excédentaire. Compte tenu des surfaces en jeu sur le bassin versant, 80 % des excédents azotés sont imputables à la deuxième exploitation.

En outre, si les installations présentes sur le bassin versant de la première exploitation ne nécessitent pas d'importants travaux, celles de la deuxième, les plus proches des captages, doivent faire l'objet de plusieurs mises aux normes.

Quant aux boisements aux abords directs du captage, ce sont des peuplements naturels composés de vieux chênes, hêtres, bouleaux et quelques genêts. A l'Est du périmètre immédiat se trouvent une plantation de douglas ainsi qu'un taillis de châtaigniers. De plus, une parcelle limitrophe de ce périmètre a été rasée par son propriétaire avant d'être acquise par la commune.

Enfin, à l'instar du site de Botminy, quelques habitations en place sur le site doivent engager des travaux pour mettre leur système d'assainissement en conformité.

Le site de Toul Du peut donc être considéré comme sensible au vu des risques de pollution induits par une pratique agricole intensive et la présence de bâtiments non conformes. Peu de zones naturelles sont en effet présentes sur le bassin versant et la disposition morphologique des captages en fait un point de convergence des eaux de ruissellement particulièrement vulnérable.

Périmètres de protection

A l'instar du site de Botminy, des périmètres de protection des captages ont aussi été mis en place :

- un périmètre immédiat autour des ouvrages. Ce périmètre n'est là encore pas grillagé ;
- un périmètre de protection rapprochée divisé en deux zones : sensible (21 ha) et complémentaire (20,5 ha).

Qualité de l'eau

La qualité des eaux brutes est assez bonne et respecte les limites réglementaires. L'eau est légèrement acide (pH de 5) et peu minéralisée. La teneur en nitrates est en revanche devenue préoccupante depuis quelques années. En effet, celle-ci est passée de 25 mg/l en 1991 à 38 mg/l en 2003 (DDASS). En outre, les puits situés en amont révèlent des teneurs en nitrates plus élevées que celui en aval. A l'instar des captages de Botminy, les teneurs en phosphate sont quasiment nulles.

Annexe 10. Description détaillée des drains de Fougères (Ille et Vilaine)

(Lithologic, 2004 ; Marochain, communication personnelle ; Perchec, communication personnelle)

Contexte

Les drains de la ville de Fougères constituent 50 % de l'approvisionnement de la ville en eau potable, soit une moyenne annuelle d'1,3 million de m³. Cet approvisionnement est complété par un forage et une prise d'eau de surface. La production, le traitement ainsi que la distribution de l'eau sont entièrement assumés par la ville de Fougères

L'eau prélevée par les drains est traitée par neutralisation (filtration sur Maërl¹⁹) puis ozonation. Elle est ensuite stockée avant d'être distribuée.

Les premiers drains de la forêt de Fougères ont été réalisés en 1674. Une partie se trouve en forêt domaniale et une autre en zone agricole. L'ensemble des drains « forestiers » a été remplacé entre 1991 et 1998. En revanche, ceux situés en milieu agricole n'ont fait l'objet d'aucun programme de renouvellement.

La proximité et la continuité des drains agricoles et forestiers font de la commune de Fougères un site d'étude particulièrement intéressant.

Description générale des captages

Les ouvrages

Les ouvrages auxquels nous nous intéresserons sont des drains. Ce sont donc des conduits enterrés à une profondeur comprise entre 2,5 et 4 m permettant de collecter l'eau de l'aquifère par gravité. La topographie du lieu a permis de mettre en place un important réseau fonctionnant uniquement gravitairement. En effet, de l'amont vers l'aval de la forêt, il existe un dénivelé d'environ 100 m.

La géologie et la pédologie

Le sous-sol est constitué de granites cadomiens et de schistes briovériens métamorphisés au contact des granites. L'ensemble de celui-ci est parcouru de failles.

Le sol est limoneux. Il est constitué d'1 à 2 m de limons sur environ 1 à 2 m d'arène granitique.

L'hydrologie et la zone d'alimentation

La pluie efficace estimée sur ce secteur est d'environ 350 mm/an.

Les drains « forestiers » en amont alimentent un étang et une rivière. La surface drainée est d'environ 290 ha, ce qui donne une production annuelle théorique d'un peu plus d'1 millions de m³.

En aval, les drains alimentent un ruisseau et couvrent environ 105 ha, soit une production estimée à environ 367 000 m³/an.

Quant à la partie agricole, les drains alimentent là aussi un ruisseau et drainent une surface d'environ 190 ha, soit 665 000 m³ d'eau produits par an.

La surface drainée totale est ainsi de 585 ha et la production théorique du réseau de drains est de 2 047 000 m³/an.

Impact sur la ressource

Quantitatif

Le prélèvement annuel étant d'environ 1,3 millions de m³, il représente les deux tiers des pluies efficaces. La pérennité de la ressource n'est donc pas menacée. Toutefois, ce réseau induit un assèchement des zones humides et une diminution de l'écoulement des ruisseaux alimentés par les drains.

¹⁹ Le Maërl est constitué de débris d'algues marines riches en calcaire, souvent mélangé avec du sable et des débris coquilliers. Il permet de reminéraliser l'eau et de corriger un pH trop faible.

Qualitatif

Une teneur élevée en nitrates est constatée au niveau des drains agricoles (70 mg/l en moyenne). Toutefois, cette teneur a tendance à décroître depuis quelques années.

Pour les drains situés en forêt, les teneurs en nitrates sont faibles (10 mg/l) à l'exception de deux antennes ayant une partie de leur bassin d'alimentation en zone agricole (80 mg/l en moyenne). Ces dernières sont peut-être dues à la proximité d'un village possédant un système d'assainissement en mauvais état.

Réglementation

Que ce soit en zone forestière ou agricole, les drains de la ville de Fougères ne font l'objet d'aucun arrêté préfectoral de DUP et ne disposent d'aucun périmètre de protection.

En forêt, la seule limite visible autour du réseau de drains est matérialisée par des bornes qui définissent une emprise de 10 m le long du système drainant et 5 m le long des conduites d'acheminement de l'eau.

En zone agricole, les exploitants semblent maintenir les abords immédiats des points de captages en prairie ou en pâture.

Annexe 11. Description détaillée des captages de Querrien (Finistère)

(Talbo, 1995 ; Moysan, communication personnelle)

Contexte général

La commune de Querrien (Finistère Sud) est alimentée par trois points de captage : Catelouarn, Lann Guerrien et Kerant Sparl. Cette commune, poussée par son maire, prend très à cœur la problématique de la protection de l'eau. En effet, elle est soumise à une forte pression agricole. Aussi, suite à une augmentation de la teneur en nitrates dans les années 80, un suivi des résidus azotés du sol a été réalisé. Cette approche a permis de pallier ce problème et de tendre vers une fertilisation raisonnée en proposant à chaque agriculteur les apports adaptés à leurs parcelles. La commune a quelques années plus tard engagé les démarches de mise en place des périmètres de protection qui ont abouti en 2000 à un arrêté préfectoral de DUP. Querrien a alors acquis la plupart des parcelles des périmètres de protection rapprochée et a engagé des opérations de boisement. Ces plantations, cas unique en France, font l'objet d'un contrat de captation de carbone.

Le périmètre rapproché A (sensible) du captage de Lann Guerrien a été boisé une quinzaine d'années auparavant alors que les deux autres sites, anciennement agricoles, l'ont été entre 2003 et 2007. Ces caractéristiques, ajoutées au fait qu'ils sont distants d'environ 1 km, en font des zones d'étude potentiellement intéressantes.

Description générale des captages

Les ouvrages

Les captages sont constitués de puits prélevant l'eau entre 5 et 6 mètres de profondeur. L'ensemble du système fonctionne par gravité. La production totale de ces trois sites est d'environ 250 000 m³/an.

La géologie

Le contexte géologique est globalement le même pour les trois sites. Le sous-sol est constitué de granite clair feuilleté, altéré sur plusieurs mètres d'épaisseur, donnant des arènes sableuses ou sablo-argileuse. L'ensemble paraît relativement perméable puisque la nappe se trouve par endroit à 20 m de profondeur. Les ouvrages prélèvent l'eau dans les arènes et les roches sous-jacentes.

L'hydrologie et la zone d'alimentation

L'ensemble de la zone est parcouru par de nombreux talwegs mais seul un ruisseau permanent est recensé dans la zone du captage de Lann Guerrien. La zone d'alimentation de ce dernier a été estimée à 48 ha alors que celles des autres sites sont de 70 ha pour Catelouarn et 100 ha pour Kerant Sparl. Les précipitations efficaces étant évaluées à 315 mm, la production théorique des zones d'alimentation s'élève donc à environ 690 000 m³/an.

Impact sur la ressource

Quantitatif

Les prélèvements au niveau des 3 sites représentent moins de 40 % de la recharge annuelle. La pérennité de la ressource n'est donc pas remise en cause. Plusieurs ouvrages alimentant des particuliers sont recensés autour des captages communaux. Toutefois, la réalisation de ces derniers ne semble pas avoir d'impact sur la ressource disponible.

Qualitatif

Les systèmes étant gravitaire, l'impact sur la qualité de l'eau reste très limité. De plus, la mise en place des périmètres de protection précédée du suivi des résidus azotés du sol ont permis d'améliorer cette qualité.

Réglementation

Les trois sites sont soumis au même arrêté préfectoral de DUP datant du 10 juillet 2000. Trois périmètres de protection ont donc été mis en place : immédiat, rapproché et éloigné. Le périmètre éloigné n'est en place que sur le captage de Lann Guerrien. Les périmètres de protection rapprochée sont scindés en deux parties : A (sensible) et B (complémentaire).

La commune a décidée en 2002 de soumettre l'ensemble des terrains lui appartenant au régime forestier.

L'arrêté de DUP insiste particulièrement sur les nuisances pouvant provenir de la zone urbaine. En effet, la récolte et le stockage des déchets ainsi que le raccordement au réseau d'assainissement collectif sont des prescriptions à respecter. De plus, la zone A du périmètre de protection rapprochée qui n'est pas encore construite doit être classée en zone non constructible.

Maîtrise foncière et boisement

L'ensemble des périmètres rapprochés A représente 84 ha. La commune est parvenue à acquérir 65 ha de terres agricoles et a réussi à retirer de l'activité agricole 11 ha supplémentaires.

L'intégralité des acquisitions foncières a été réalisée entre 1996 et 2000 (1996 correspondant à la date d'émission de l'avis de l'hydrogéologue agréé). Du fait de la démarche de fertilisation raisonnée entreprise auparavant par la commune, les agriculteurs étaient déjà sensibilisés au problème et les terrains ont pu être achetés sans problème particulier.

L'ensemble des parcelles acquises a ensuite été boisé pour occuper le sol de manière pérenne et éviter ainsi tout « accident » pouvant survenir en occupation agricole. Les boisements ont été effectués en 3 tranches :

- 15 ha à Kerrant Sparl en 2003 ;
- 16 ha 60 sur ce même site en 2005 ;
- 15 ha 50 sur autour du captage de Catélouarn en 2007.

La commune a réussi à obtenir des subventions à hauteur de 80 % pour ces opération de boisement (Agence de l'eau Loire Bretagne, Conseil régional de Bretagne et conseil général du Finistère) dont le coût s'élève à 42 000 €. De plus, les deux dernières tranches bénéficient d'un financement particulier. En effet, par un partenariat avec la société britannique « Carbon neutral company », la collectivité s'engage à assurer une séquestration durable du carbone en échange d'une compensation de 22 870 €.

La séquestration du carbone

Le partenariat créé par la commune avec l'entreprise basée à Londres est une première en France. La création de la nouvelle forêt engendrée par les boisements de périmètres de protection entre en effet dans le cadre des contrats d'absorption de gaz à effet de serre mis en place par the Carbon neutral company. Signé sur une base de 99 ans, ce contrat prévoit la séquestration de plus de 2 000 tonnes de carbone sur 32 ha de forêt. Il engage de plus la commune à utiliser la future production de bois pour des usages comme l'ébénisterie, la menuiserie ou la charpente afin de séquestrer durablement le carbone.

En outre, la société Avis (location de véhicules), soutient en tant que mécène cette opération. Elle lui permet en effet de compenser ses rejets de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

Enfin, deux parcours pédagogiques sont implantés sur les sites afin de sensibiliser le public à la protection de l'eau et à la lutte contre l'effet de serre.

Étude particulière du captage de Lann Guerrien

Ce puits a été construit en 1976 en remplacement d'un ancien ouvrage. Il puise l'eau à 4,7 m de profondeur et produit environ 45 000 m³/an.

Topographie

Ce captage se situe en aval d'une faible pente (environ 5 %). Il est installé à une vingtaine de mètres à l'Est d'un ruisseau qui s'écoule le long de la pente.

Pédologie

Les peuplements entourant le captage de Lann Guerrien sont installés sur des sols relativement profonds (une soixantaine de cm en moyenne) plutôt argileux.

Occupation des sols

L'ouvrage est situé à proximité d'une zone urbaine en amont de celui-ci. Le bassin versant englobe en effet une partie importante du bourg de Querrien. Si l'on considère uniquement le périmètre de protection rapprochée A (17 ha), environ 50 % de la zone sont boisés, majoritairement en Châtaignier, Frêne et Douglas. L'autre moitié est composée de prairies et friches ainsi que de quelques maisons et jardins. La zone complémentaire (B) englobe quant à elle presque la moitié du bourg, le reste étant occupé par des friches, des landes et des parcelles cultivées.

Ce site n'est donc pas forestier mais les boisements sont suffisamment anciens pour que leur impact sur les sols et la qualité de l'eau soit effectif. La présence de nombreuses habitations le rend vulnérable à de nombreuses pollutions potentielles. Toutefois, de nombreux talus autour du périmètre immédiat forment une barrière naturelle.

Qualité de l'eau

La teneur en nitrate de l'eau provenant du captage de Lann Guerrien a longtemps été comprise entre 40 et 50 mg/l. Elle a augmentée en 1990 avant de régresser pour se stabiliser autour de 40 mg/l.

Étude particulière du captage de Catelouarn

Le captage de Catelouarn, situé à l'Ouest du bourg de Querrien est exploité en moyenne à 160 000 m³/an. Il est constitué d'un puits principal et d'un puits secondaire profonds respectivement de 6 et 4 m.

Topographie

L'ouvrage est situé en bas de pente (de 5 à 10 %). Il est situé à la confluence de deux talwegs, l'un orienté Nord-Sud et le second Nord-Est – Sud-Ouest.

Pédologie

Les sols sont à tendance argileuse, peu profonds (30-40 cm de moyenne) et parsemés d'éléments grossiers.

Occupation des sols

L'ouvrage est situé sur une zone anciennement agricole qui a été récemment convertie en plantation. Le périmètre de protection rapprochée couvre environ 75 ha et est divisé en deux zones : A (sensible) et B (complémentaire). Il n'y a pas de périmètre de protection éloignée. Le périmètre immédiat est clôturé et bien entretenu.

La zone A du périmètre rapproché (31 ha) est plantée depuis 2007 sur environ 60 % de sa surface. 15 % sont boisés naturellement depuis visiblement une trentaine d'années et le reste du périmètre est composé de prairies. Cette zone ne comporte aucun bâtiment.

La zone B englobe le bâtiment principal de l'exploitation agricole de la zone. A l'exception de quelques talus boisés, ce périmètre est entièrement constitué de prairies et champs cultivés.

Le captage de Catelouarn semble donc encore vulnérable à une pollution agricole due aux activités alentours. Son périmètre de protection sensible a toutefois été boisé suite à l'acquisition des terres pour prévenir cette pollution.

Qualité de l'eau

Du fait de l'importante pression agricole exercée sur le site, la teneur en nitrates a régulièrement dépassé la limite de 50 mg/l ces dernières années. Le boisement devrait permettre de retrouver un taux respectant les normes.

Étude particulière du captage de Kerant Sparl

Le captage de Kerant Sparl est situé à l'Est de la commune. Construit en 1990, c'est l'ouvrage le plus complexe du réseau de prélèvement. Le puits, situé à 4 m de profondeur, est alimenté, en plus de ce qu'il puise naturellement, par 2 drains venant de l'Est. Ce captage est exploité en moyenne à 40 000 m³/an.

Topographie

L'ouvrage et ses périmètres de protection sont situés sur une zone relativement plane avec une partie légèrement surélevée à l'Est. Il est situé à la confluence de 3 talwegs. Un ruisseau s'écoule au Sud des périmètres mais il a été démontré qu'il ne participait pas à l'alimentation du captage.

Pédologie

Les sols sont profonds d'environ 50 cm en moyenne avec de fortes variabilités. Ils ont sablo-argileux et hydromorphes localement, notamment dans le champ captant où la nappe affleure par endroits.

Occupation des sols

L'ouvrage est là encore protégé par un périmètre immédiat et un périmètre rapproché avec une zone A et une zone B. L'ensemble de la zone était constitué de terrains agricoles jusque dans les années 2000.

Le périmètre de protection rapprochée A (38 ha) est boisé dans sa quasi-totalité. Une première tranche a été effectuée en 2003 et une seconde en 2005. Même si elle n'est plus en activité, le bâtiment principal d'une ancienne exploitation agricole se trouve dans ce périmètre.

La zone B est quant à elle composée de quelques parcelles boisées et de landes mais l'activité principale de ce périmètre est la culture de céréales et de maïs. Quelques habitations sont incluses dans la zone.

Qualité de l'eau

L'eau est légèrement acide avec une teneur en nitrates inférieure à 40 mg/l, même lorsque le site était majoritairement agricole.

Annexe 12. Description détaillée des drains de Rennes (Ille et Vilaine)

(Chauvel et al., 1987 ; Helle, communication personnelle)

Contexte général

La ville de Rennes (Ille et Vilaine) est alimentée par 6 sites différents dont 2 uniquement sont des prises d'eau souterraines. Ce sont ces deux derniers sites qui vont nous intéresser. Ceux-ci sont des systèmes de drains installés à la fin du 19^{ème} siècle, très proches géographiquement mais implantés sur deux réseaux de ruisseaux provenant de rivières distinctes. En effet, le premier, au Sud de la zone, est composé de 4 drains et puise la ressource dans des cours d'eau associés à la rivière de la Minette. Le second (9 drains) est implanté dans ceux rattachés à la Loisanche. Ces réseaux de drains sont regroupés sous l'appellation de site de Rennes I et couvrent 15 % de l'alimentation en eau potable de la ville.

En outre, certains de ces drains sont anciennement boisés alors que d'autres sont en grande majorité agricoles. Cela en fait des sites d'étude intéressants.

La politique de la ville de Rennes est favorable au boisement dans les périmètres de protection rapprochée sensibles, dont les parcelles sont propriétés de l'agglomération. En revanche, l'activité agricole (production laitière en grande majorité) a été maintenue sur le reste des périmètres.

Description générale des captages

Les ouvrages

Les ouvrages de Rennes I sont composés de drains prélevant la ressource entre 2,8 et 5,8 m de profondeur. Les drains sont implantés en fond de vallée, au niveau de la nappe libre contenue dans l'arène granitique. La longueur totale drainée est de l'ordre de 10 km. Les 3 drains les plus productifs (2, 3 et 4) représentent 60 % du volume capté.

La géologie et la pédologie

Les bassins versants concernés sont implantés sur le massif granitique de Fougères. Les sols sont principalement limoneux, épais d'environ 80 cm en moyenne. Ils sont localement hydromorphes (aux zones d'affleurement de la nappe) et argileux sous les ruisseaux. En outre, le granite est peu profond sur certaines zones, notamment au nord-est du site et au niveau du drain n°4.

L'hydrologie et la zone d'alimentation

La pluviométrie efficace moyenne est d'environ 310 mm. La superficie totale des bassins versants assortis aux drains étant de 3 200 ha, la recharge de la nappe est donc de 9 920 000 m³/an. Toutefois, dans ce calcul n'est pas pris en compte la participation non négligeable des ruisseaux alentours. Avec une production théorique de 3 700 000 m³/an, la présence des drains ne semble ainsi pas compromettre la pérennité de la nappe.

L'hydrogéologue souligne que l'implantation des drains a abaissé le niveau de la nappe au niveau des cours d'eau, provoquant la disparition de certaines sources. Le « secteur d'influence » des drains est comparable au secteur complémentaire du périmètre de protection rapprochée.

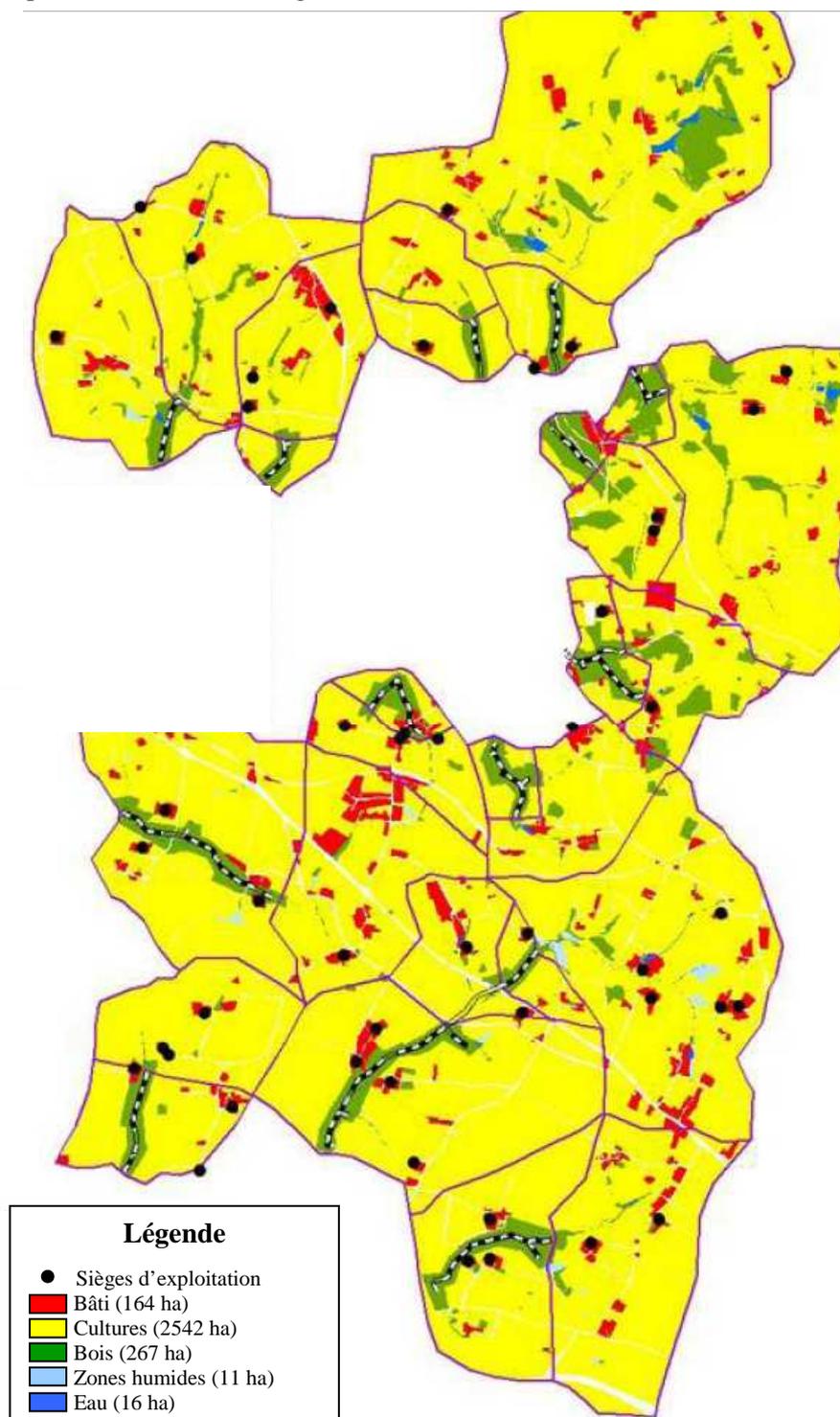
Occupation des sols

Une vingtaine de sièges d'exploitation sont compris dans les périmètres de protection des drains de Rennes. Les parcelles cultivées représentent 81 % de la surface totale alors que les boisements ne s'étendent que sur 8,5 % des bassins versants. La vocation agricole principale est la production laitière.

Dans le cadre du premier contrat de Bretagne eau pure, 60 % des agriculteurs se sont engagés en 1996 à modifier leurs pratiques. Ceci a été possible par l'intermédiaire d'une opération groupée de remise aux normes des bâtiments, par une charte « phyto » ou encore par un contrat territorial d'exploitation propre aux captages de Rennes. Ainsi, une baisse significative de l'utilisation des engrais azotés minéraux a été enregistrée, la plus forte diminution concernant les prairies enherbées. Ces apports se sont aujourd'hui stabilisés à une valeur moyenne de 250 unités d'azote à l'hectare.

Les écarts de pratiques se sont également beaucoup réduits.

Il est à noter que les systèmes de cultures fourragères engendrent des pertes azotées plus importantes que les systèmes herbagers avec prairies pérennes. Ceci est dû au lessivage de l'azote lors du retournement de la prairie avant d'implanter la culture fourragère.



Carte 3. Occupation des sols dans la zone des drains de la ville de Rennes (Source : ville de Rennes)

Outre l'activité agricole très fortement présente, le bourg du Châtelier est la seule agglomération présente dans la zone des drains. Plus de 600 habitations parsèment les différents sites. La mise en conformité des systèmes d'assainissement est aujourd'hui une priorité.

Réglementation

Les drains de la ville de Rennes sont soumis à un arrêté préfectoral de DUP depuis le 24 octobre 1994. Chacun d'entre eux comporte un périmètre de protection immédiate et un périmètre de protection rapprochée divisée en deux zones : sensible et complémentaire. Un périmètre éloigné englobe également l'ensemble du site, à l'exception d'un ouvrage (le drain n°1).

Il est à noter que l'arrêté de DUP autorise le pâturage d'animaux dans le périmètre de protection rapprochée sensible d'octobre à mars. La quasi-totalité de ces périmètres étant aujourd'hui boisée, les nuisances pouvant être provoquées par cette fréquentation ne sont plus à craindre. Outre cet aspect, l'arrêté ne contient pas de prescription particulière.

Qualité de l'eau

Afin de limiter la contamination des eaux par les ruisseaux alentours, les drains sont protégés par des canalisations bétonnées ou des conduites étanches lorsqu'ils passent sous ces ruisseaux. De plus, des travaux ont été effectués de 1913 à 1919, sous l'impulsion du conseil municipal, afin de les protéger des sources de pollutions comme les lavoirs ou les fosses à purin.

Il est important de noter que le mélange des eaux prélevées par les 13 drains dépasse actuellement la limite réglementaire des 50 mg/l pour le nitrate. En effet, la teneur en ce paramètre se situe aux alentours de 55 mg/l. En outre, quelques traces de pesticides ont été repérées lors d'évènements pluvieux.

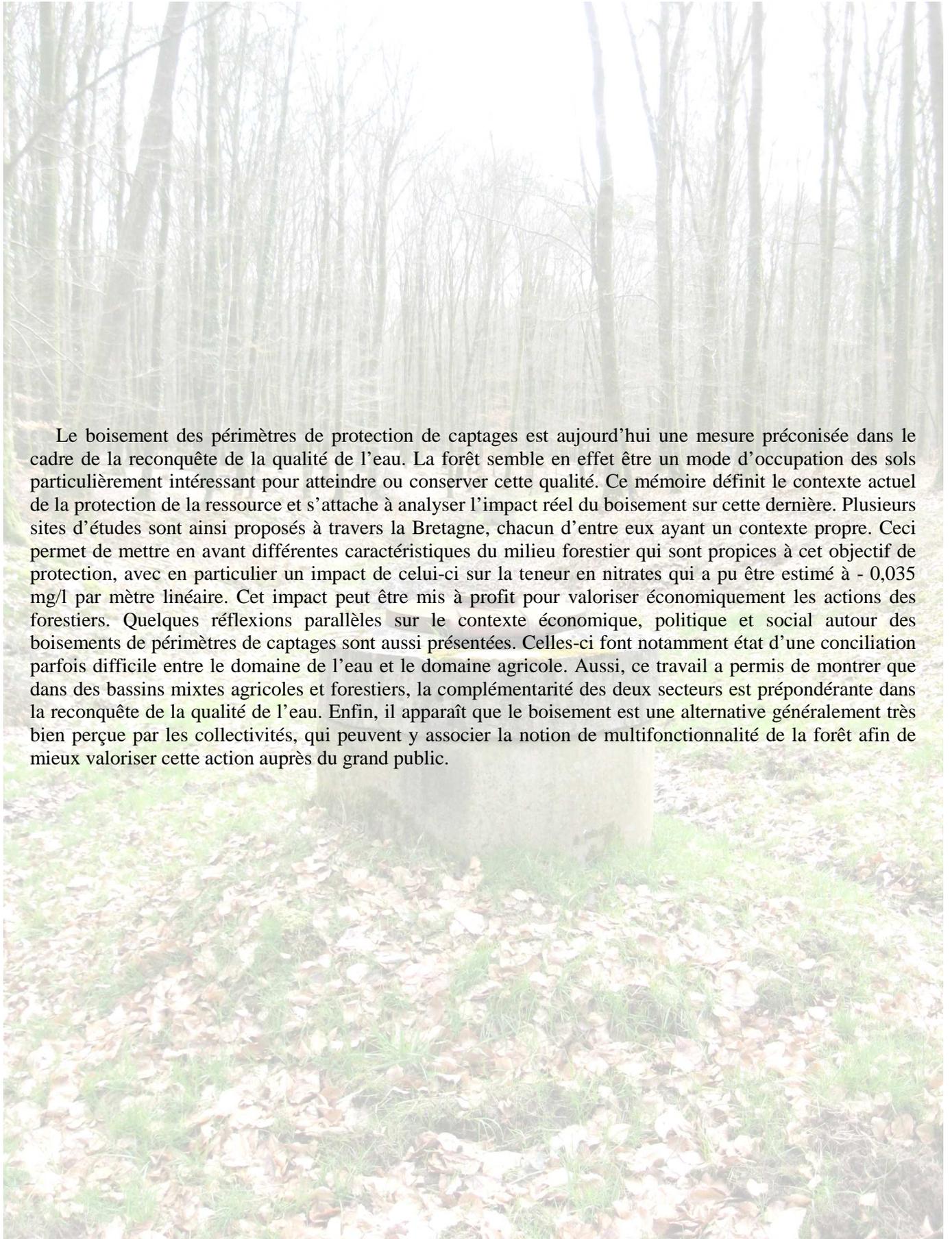
Annexe 13. Coûts comparés d'une plantation en complément d'accrus naturels et d'une plantation en plein

Plantation en complément d'accrus naturels								
Travaux	Coût à l'ha (en €)							
	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Surface à planter	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
Ouverture cloisonnements	102	102	102	102	102	102	102	102
Nettoisement	680	680	680	680	680	680	681	682
Ouverture potets tarière	66	132	198	264	330	396	462	528
Fourniture	115	230	346	461	576	691	806	922
Plantation	72	144	216	288	360	432	504	576
Protection	42	84	126	168	210	252	294	336
Tuteurs (châtaignier)	15	30	46	61	76	91	106	122
Entretien cloisonnements 0-3 ans (x3)	185	185	185	185	185	185	185	185
Dégagements 0-3 ans (x3)	1140	1140	1140	1140	1140	1140	1140	1140
Entretien cloisonnements 4-10 ans (x3)	185	185	185	185	185	185	185	185
Dégagements 4-10 ans	900	900	900	900	900	900	900	900
Total avec nettoyage	2316	2627	2937	3247	3558	3868	4180	4491
Total sans nettoyage	1636	1946	2257	2567	2877	3188	3498	3809

Tableau 9. Itinéraires techniques de travaux sylvicoles pour une plantation en complément d'accrus naturels (Sources : Jarret, 2004 ; ONF, 2008 et Naudet, 2008)

Plantation en plein	
Travaux	Coût à l'ha (en €)
Sous-solage	180
Rotavator	180
Fourniture	1152
Plantation	720
Protection	420
Tuteurs (châtaignier)	0
Entretien cloisonnements 0-3 ans (x3)	185
Dégagements 0-3 ans	353
Entretien cloisonnements 4-10 ans (x3)	185
Dégagements 4-10 ans	570
Total sans paillage	3191
Paillage	1700
Total avec paillage	4891

Tableau 10. Itinéraire technique de travaux sylvicoles pour une plantation en plein (Sources : Jarret, 2004 ; ONF, 2008 et Naudet, 2008)



Le boisement des périmètres de protection de captages est aujourd'hui une mesure préconisée dans le cadre de la reconquête de la qualité de l'eau. La forêt semble en effet être un mode d'occupation des sols particulièrement intéressant pour atteindre ou conserver cette qualité. Ce mémoire définit le contexte actuel de la protection de la ressource et s'attache à analyser l'impact réel du boisement sur cette dernière. Plusieurs sites d'études sont ainsi proposés à travers la Bretagne, chacun d'entre eux ayant un contexte propre. Ceci permet de mettre en avant différentes caractéristiques du milieu forestier qui sont propices à cet objectif de protection, avec en particulier un impact de celui-ci sur la teneur en nitrates qui a pu être estimé à - 0,035 mg/l par mètre linéaire. Cet impact peut être mis à profit pour valoriser économiquement les actions des forestiers. Quelques réflexions parallèles sur le contexte économique, politique et social autour des boisements de périmètres de captages sont aussi présentées. Celles-ci font notamment état d'une conciliation parfois difficile entre le domaine de l'eau et le domaine agricole. Aussi, ce travail a permis de montrer que dans des bassins mixtes agricoles et forestiers, la complémentarité des deux secteurs est prépondérante dans la reconquête de la qualité de l'eau. Enfin, il apparaît que le boisement est une alternative généralement très bien perçue par les collectivités, qui peuvent y associer la notion de multifonctionnalité de la forêt afin de mieux valoriser cette action auprès du grand public.

**IMPACT DES BOISEMENTS DE PÉRIMÈTRES DE PROTECTION
DE CAPTAGES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE**



- Cartes et photographies aériennes -

Vincent Garaud
17^{ème} promotion
2006 – 2009

Juin 2009



Illustrations de couverture

Photo du captage de Goarem an Abad à Argol, Finistère (Garaud, 2009)

Carte des captages de Kernisy à Plonéis, Finistère (Source : IGN)

Photo d'une plantation de périmètre de protection à Carentoir, Morbihan (Garaud, 2009)

Photo de parcelles agricoles entourant le captage de Kernaeron à Argol, Finistère (Garaud, 2009)

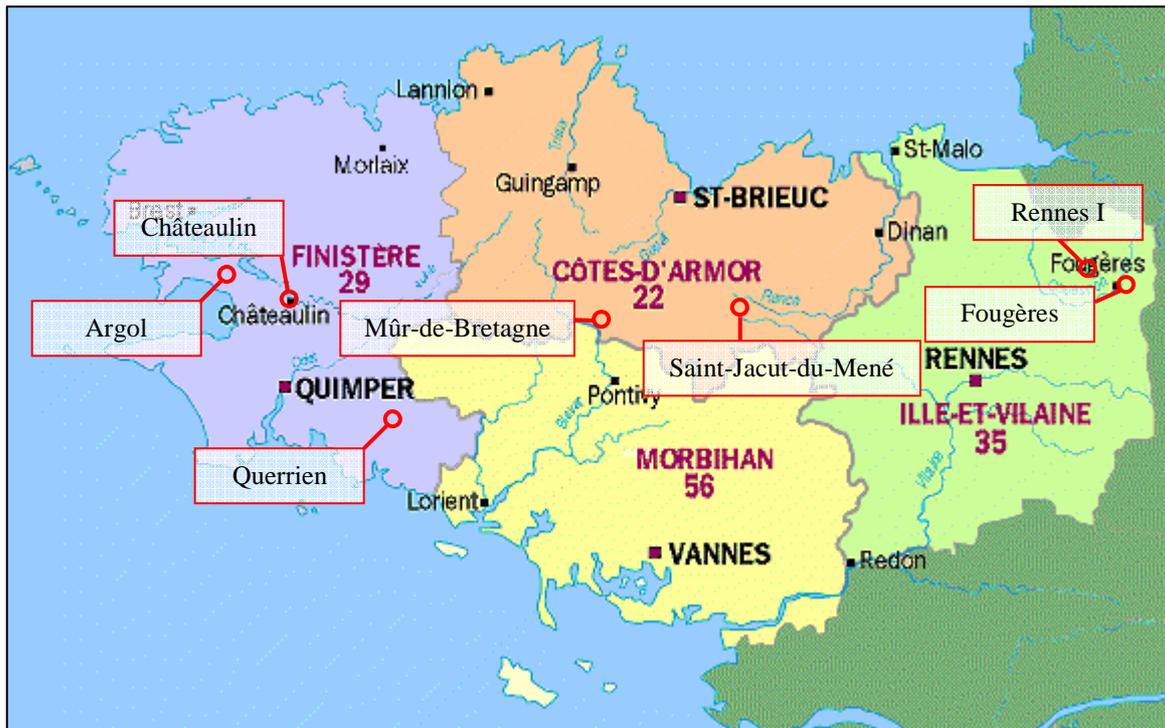
**IMPACT DES BOISEMENTS DE PÉRIMÈTRES DE PROTECTION
DE CAPTAGES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU POTABLE**

- Cartes et photographies aériennes -

Table des matières

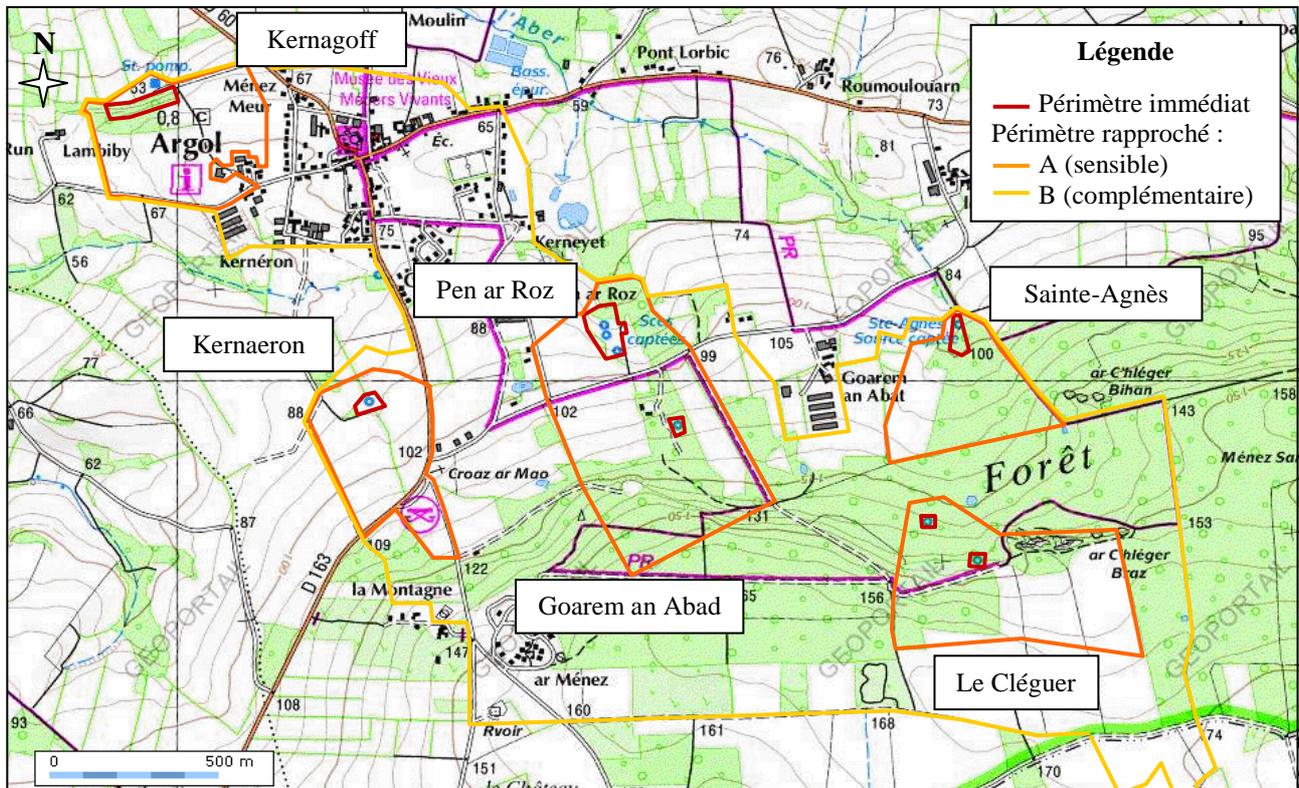
TABLE DES MATIÈRES	1
LOCALISATION DES SITES ÉTUDIÉS.....	2
COMMUNE D'ARGOL	3
COMMUNE DE SAINT-JACUT-DU-MENÉ.....	4
COMMUNE DE CHÂTEAULIN.....	5
COMMUNE DE MÛR-DE-BRETAGNE	6
COMMUNE DE FOUGÈRES.....	7
COMMUNE DE QUERRIEN	8
COMMUNE DE RENNES	9

Localisation des sites étudiés



Carte 4. Localisation des sites étudiés (Source : http://parcourslemonde.com/classes/2004-2005/europe_ouest/saint-joseph/images/carte-Bretagne2.gif)

Commune d'Argol



Carte 5. Localisation des captages de la commune d'Argol (communauté de communes de Crozon) et leurs périmètres de protection (Source : IGN)

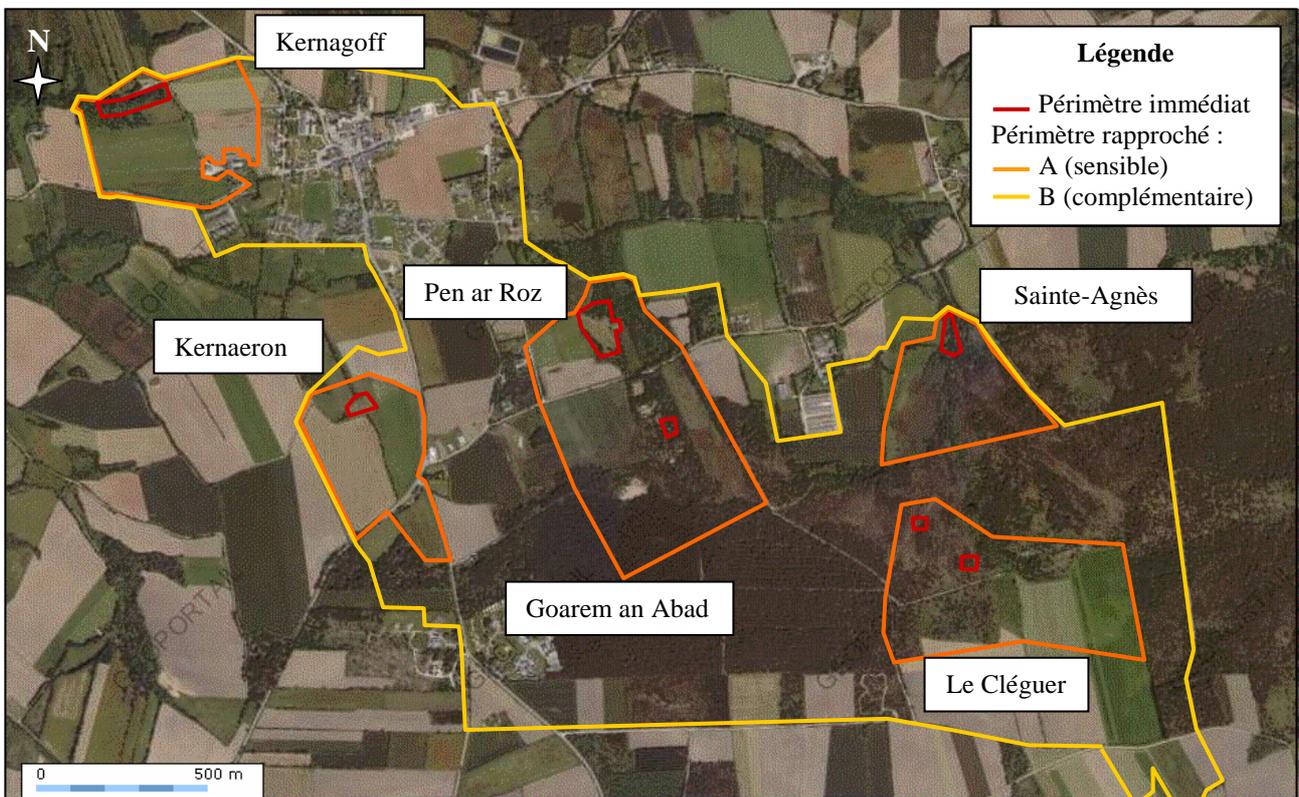
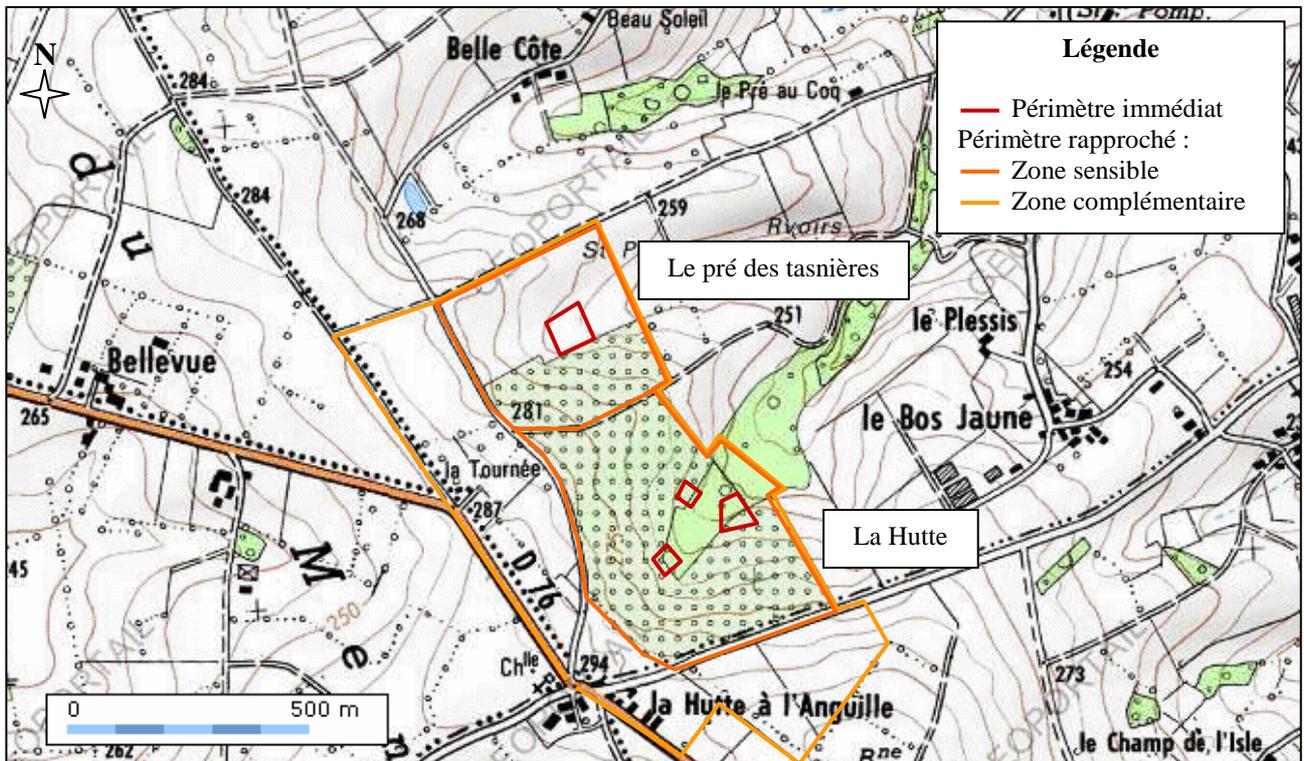


Photo 3. Localisation des captages de la commune d'Argol (communauté de communes de Crozon) et leurs périmètres de protection (Source : www.géoportail.fr)

Commune de Saint-Jacut-du-Mené



Carte 6. Localisation des captages du syndicat des eaux de la Hutte et leurs périmètres de protection (Source : IGN)

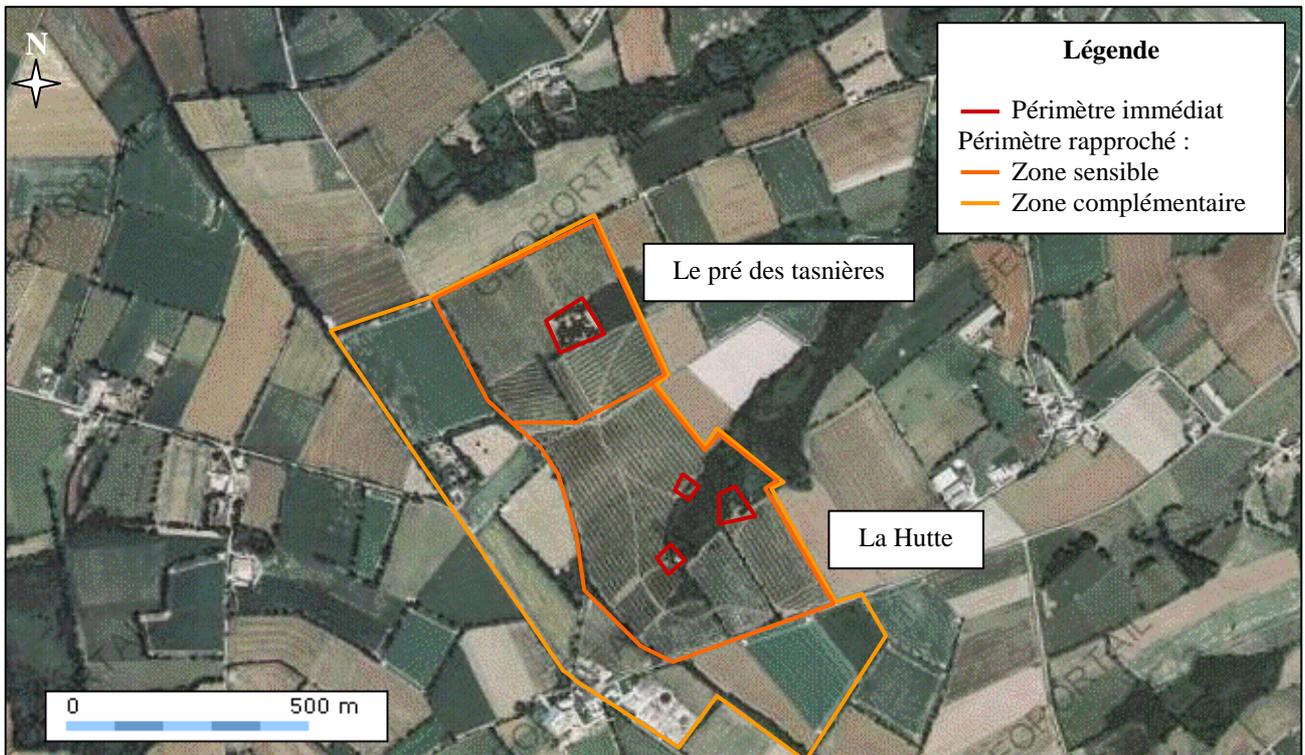
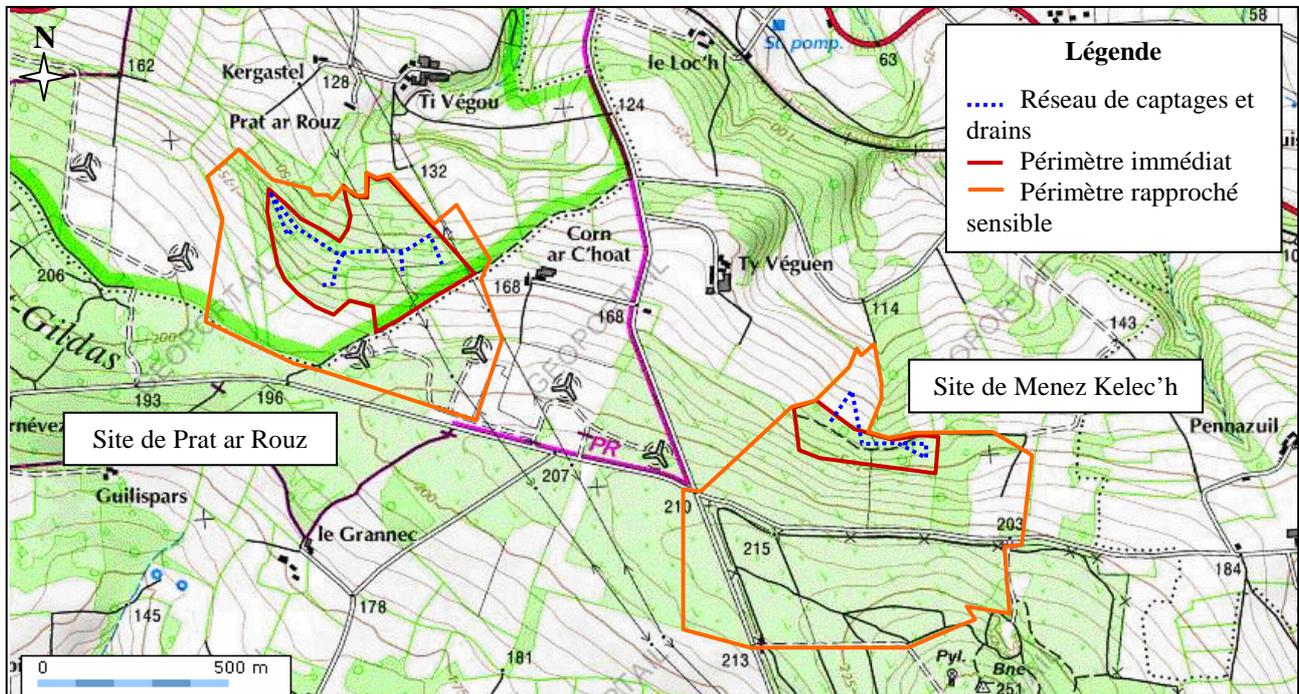


Photo 4. Localisation des captages du syndicat des eaux de la Hutte et leurs périmètres de protection (Source : www.géoportail.fr)

Commune de Châteaulin



Carte 7. Localisation des captages de Châteaulin et leurs périmètres de protection (Source : IGN)

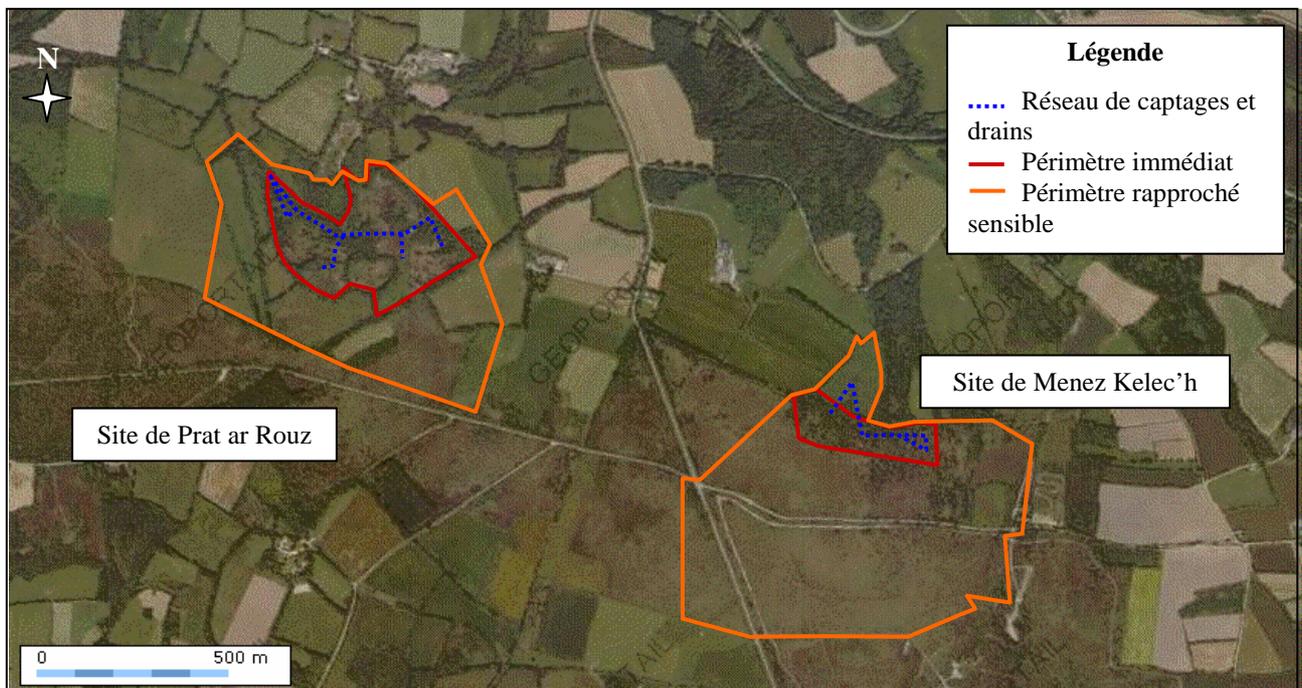
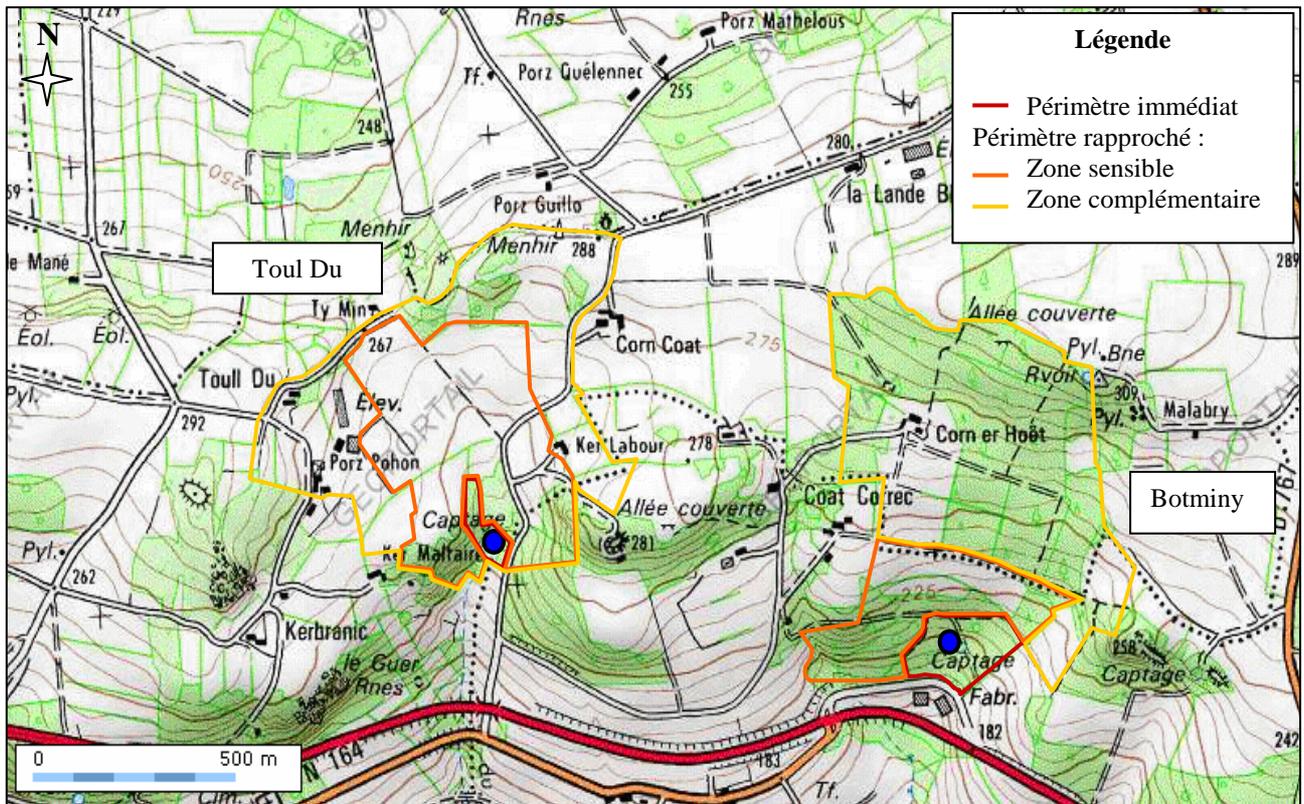


Photo 5. Localisation des captages de Châteaulin et leurs périmètres de protection (Source : www.géoportail.fr)

Commune de Mûr-de-Bretagne



Carte 8. Localisation des captages de Botminy et de Toul Du alimentant la commune de Mûr-de-Bretagne ainsi que leurs périmètres de protection (Source : IGN)

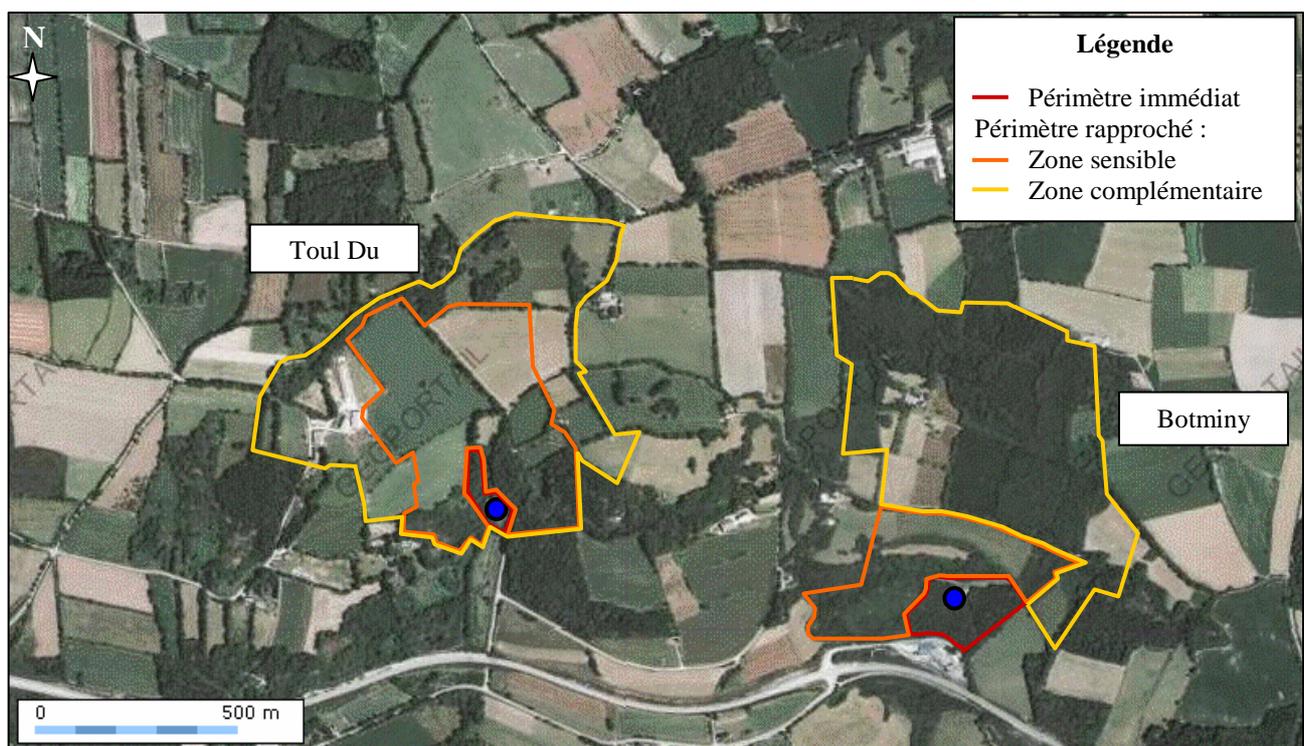
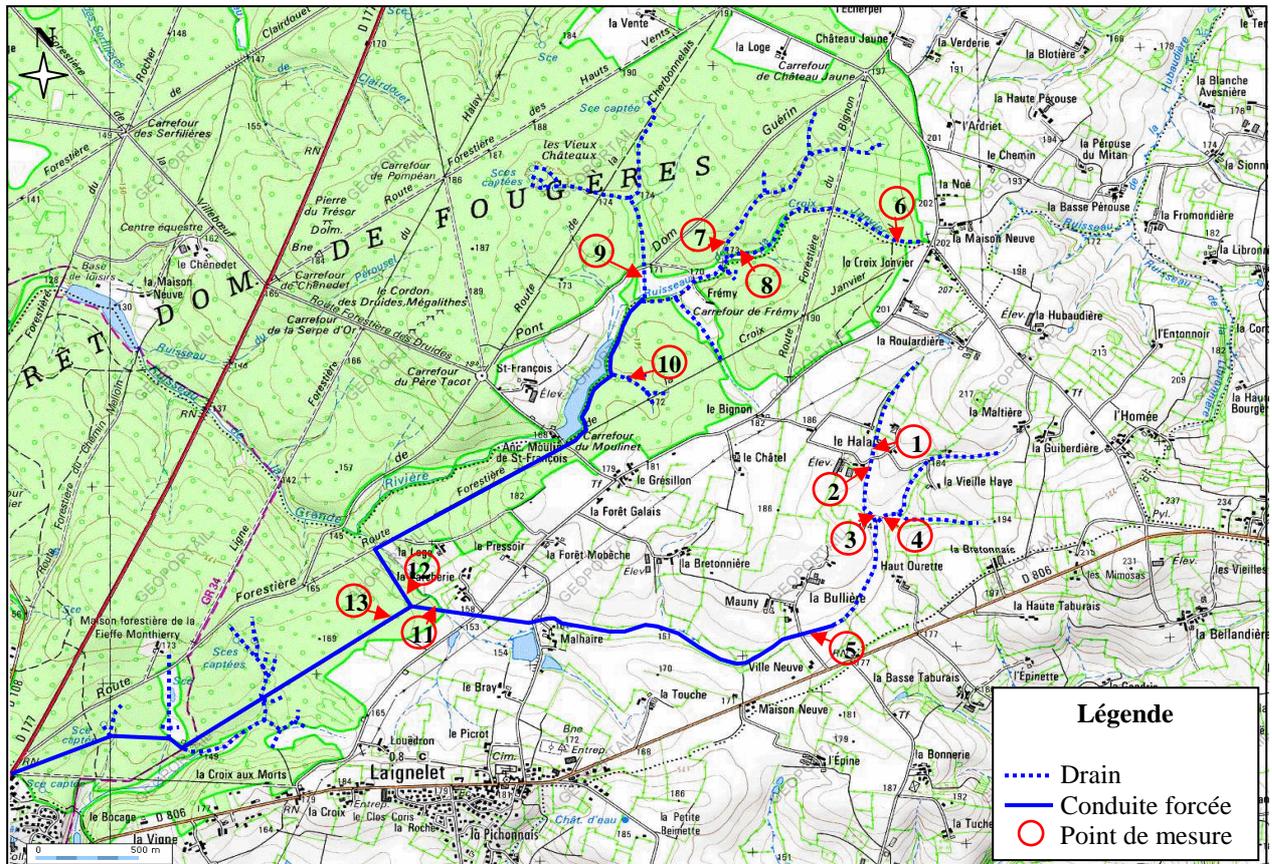


Photo 6. Localisation des captages de Botminy et de Toul Du alimentant la Commune de Mûr de Bretagne, ainsi que leurs périmètres de protection (Source : www.géoportail.fr)

Commune de Fougères



Carte 9. Localisation des points de mesure de la qualité de l'eau des drains de la ville de Fougères (Source : IGN)

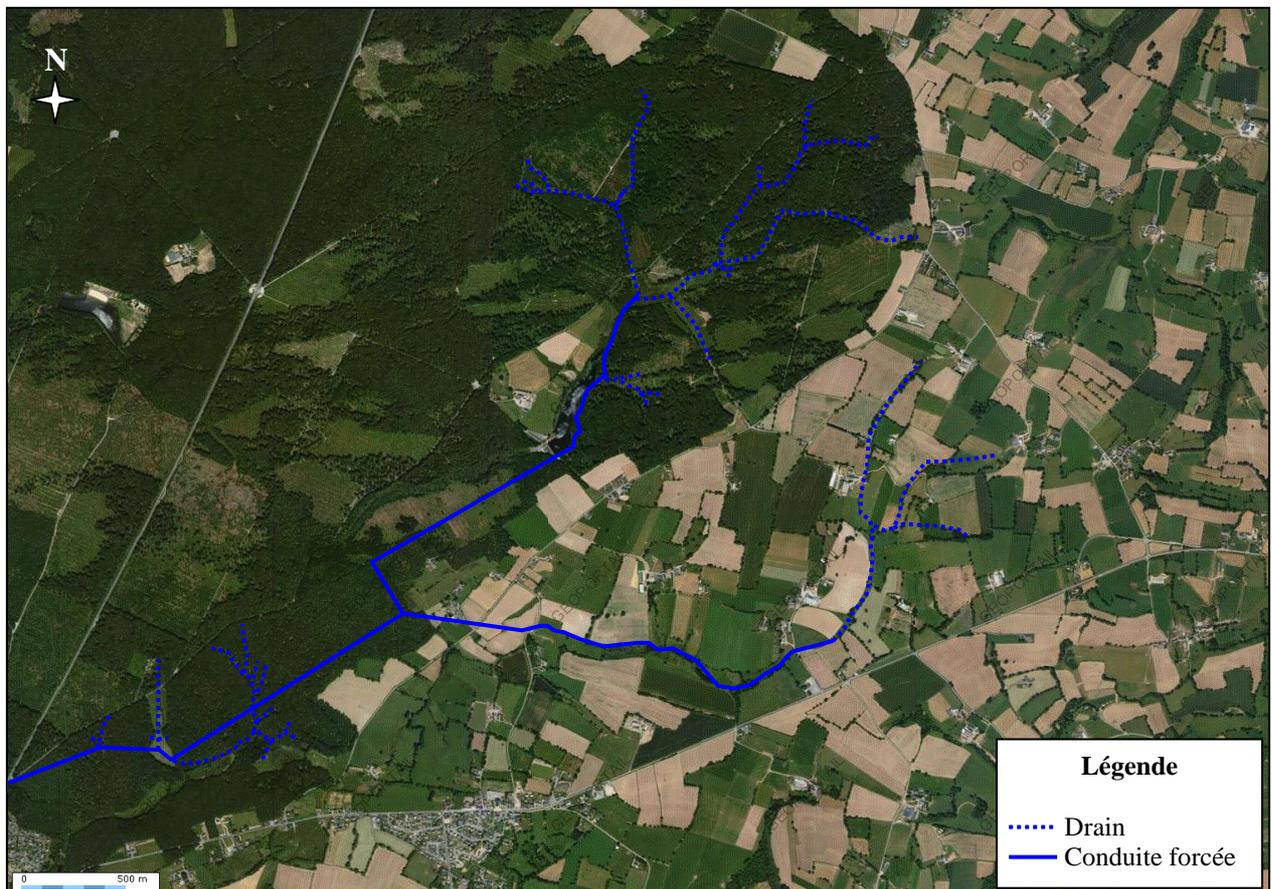
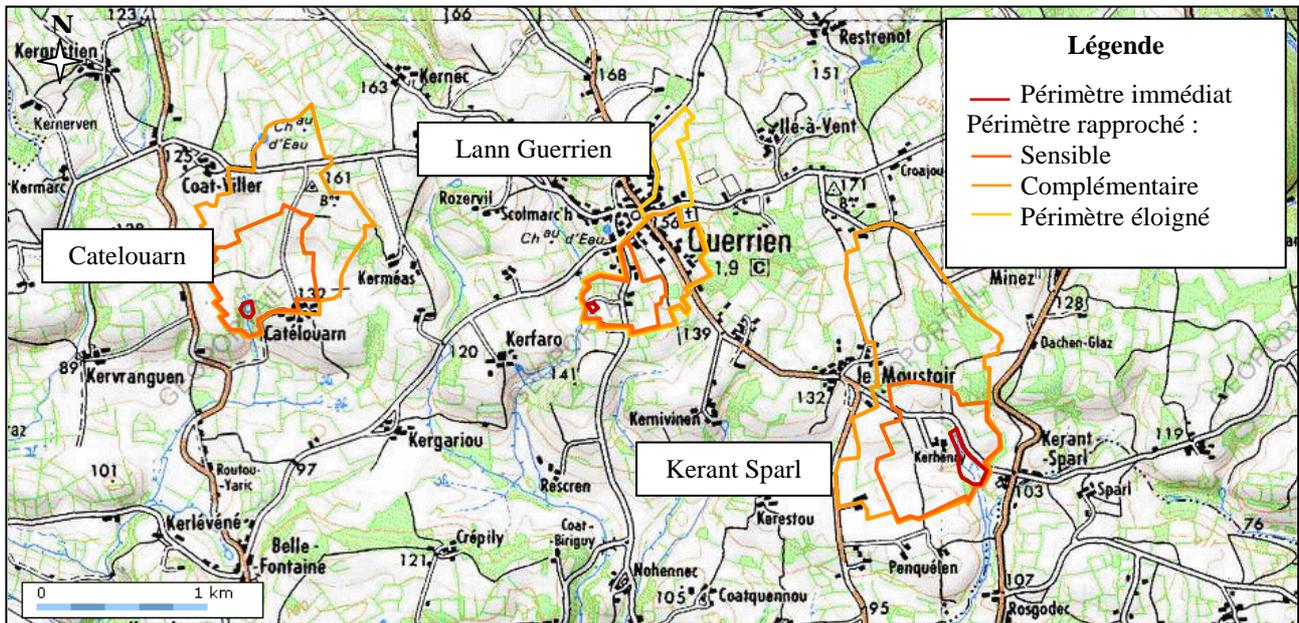


Photo 7. Localisation des drains de la ville de Fougères (Source : www.géoportail.fr)

Commune de Querrien



Carte 10. Localisation des captages de la commune de Querrien et leurs périmètres de protection (Source : IGN)

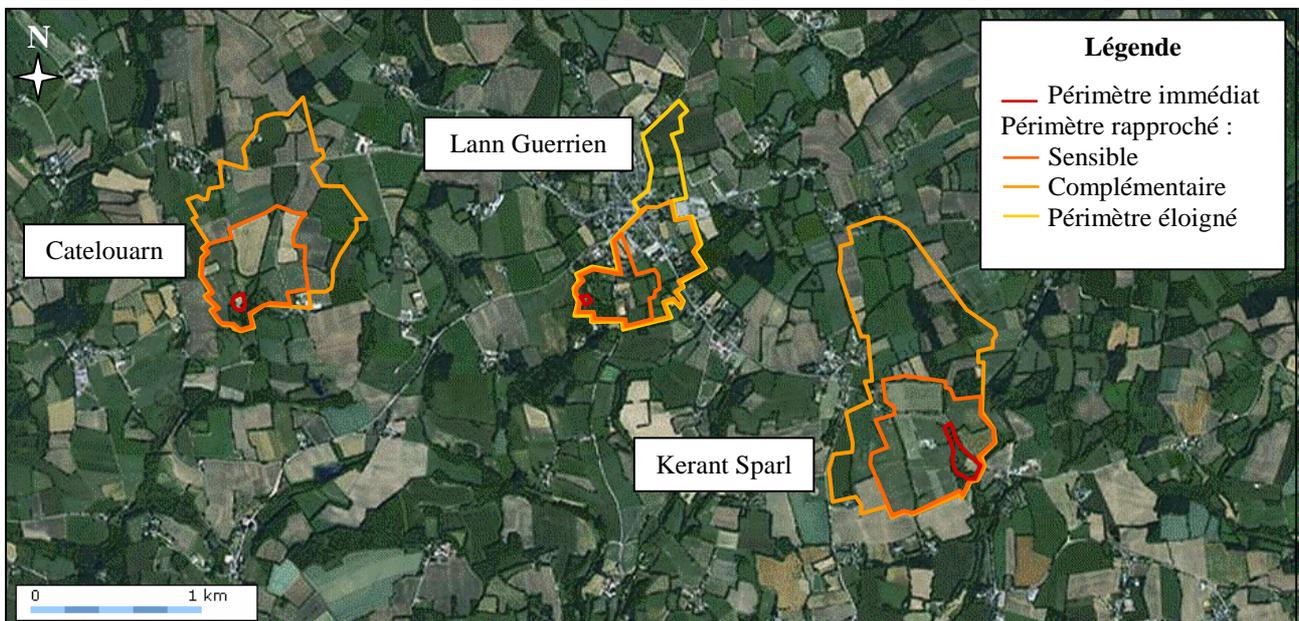
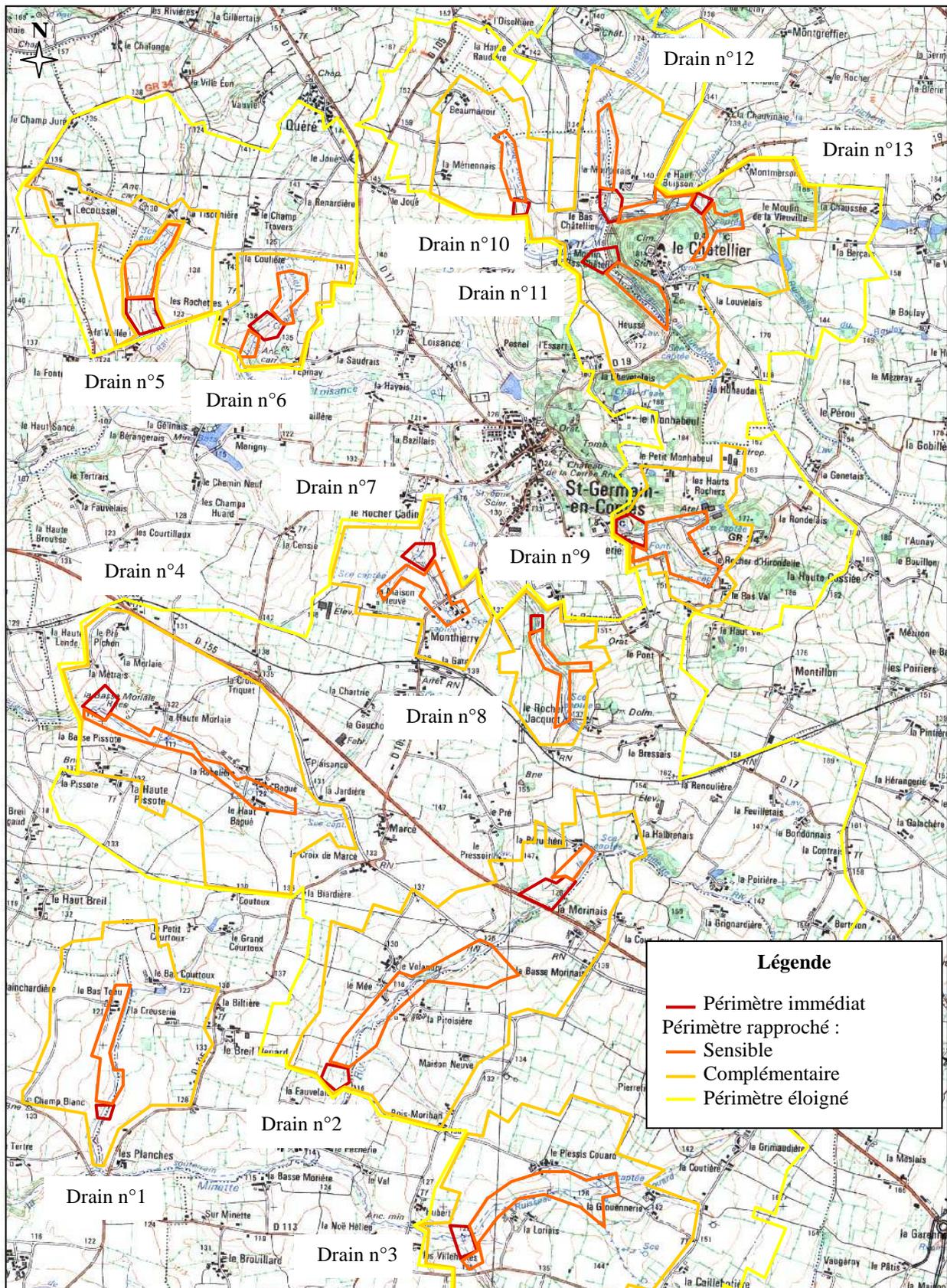


Photo 8. Localisation des captages de la commune de Querrien et leurs périmètres de protection (Source : www.géoportail.fr)

Commune de Rennes



Carte 11. Localisation des drains de Rennes I et de leurs périmètres de protection (Source : IGN et ONF)

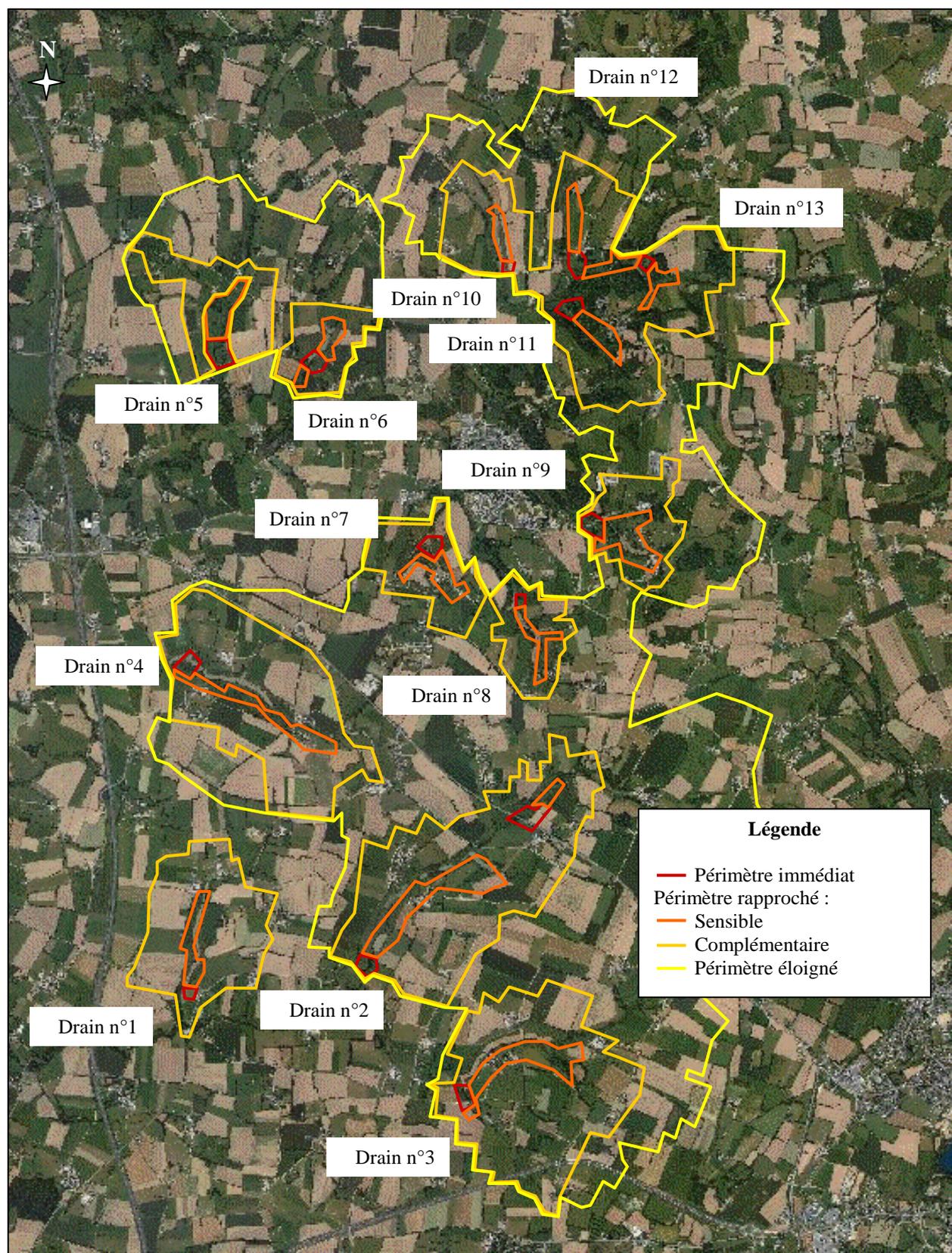


Photo 9. Localisation des drains de Rennes I et de leurs périmètres de protection (Source : ONF)

