



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère de l'Écologie
et du Développement Durable

Document de travail

ETUDES – METHODES – SYNTHESSES



EVALUATION DE L'EFFICACITE ENVIRONNEMENTALE DES PERIMETRES DE PROTECTION DES CAPTAGES

SERIE ETUDES

05-E07

GUILLEMETTE BUISSON

Site internet : <http://www.ecologie.gouv.fr>
20 avenue de Ségur – 75302 Paris 07 SP

DIRECTION DES ETUDES ECONOMIQUES ET DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

SOMMAIRE

- I Introduction**
- II La réforme du dispositif de protection des captages.**
 - 1 Bilan de la réglementation antérieure : les PPC.
 - 2 La pollution ponctuelle : PPC et loi de santé publique
 - 3 La pollution diffuse : projet de loi sur l'eau
- III Analyse de l'efficacité des PPC pour deux études de cas.**
 - 1 Le cas de la Haute Loire.
 - 2 Le cas du massif armoricain
- IV Analyse de l'efficacité des PPC sur un échantillon d'ouvrages.**
 - 1 Périmètre de protection et pollution ponctuelle
 - 2 Périmètre de protection et pollutions diffuses
- V Conclusion**
- Annexe 1 Régression logistique relative à la présence de streptocoques.**
- Annexe 2 Modélisation de l'évolution du taux de nitrate**
- Annexe 3 Modélisation de l'évolution du taux d'atrazine.**
- Annexe 4 Liste des documents de travail publiés.**

RÉSUMÉ

Le retard pris par la mise en place des périmètres de protection des captages (PPC) d'eau destinée à la consommation humaine impliquait d'en réformer le processus. La loi de santé publique du 9 août 2004 propose plusieurs mesures allant dans ce sens.

D'une part, cette loi part de l'hypothèse implicite que les périmètres de protection des captages sont efficaces en cas de pollutions accidentelles ou ponctuelles. Pour lutter contre cette pollution spécifique, elle cherche à simplifier les procédures tout en renforçant les possibilités d'action et de contrôle des collectivités. Le périmètre de protection immédiat, clos, est maintenant obligatoire pour tous les points de captages, et devient suffisant pour un certain nombre présentant de bonnes conditions naturelles de protection. Au global et pour ce type de pollution, cette loi contribue donc à élargir les menus d'outils réglementaires des collectivités, et va dans le sens d'une plus grande capacité d'adaptation de la réglementation aux diverses situations locales.

D'autre part, elle part d'un second postulat implicite selon lequel les périmètres de protection des captages (PPC) sont inefficaces pour lutter contre les pollutions diffuses. Toutefois, aucune étude ne permet à ce jour, de valider cette hypothèse sur un nombre important de captages. Il existe seulement quelques études de cas, réalisées localement, comme en Haute Loire ou dans le massif armoricain.

Cette étude cherche à évaluer, sur un nombre important de captages, les corrélations entre la qualité des eaux brutes et l'existence d'un périmètre de protection des captages.

On observe un impact positif des périmètres de protection sur la pollution ponctuelle. Toutes choses égales par ailleurs, l'existence d'une DUP augmente en moyenne de 70 % la probabilité de ne pas avoir de streptocoques au point de captage.

Au contraire aucun lien n'apparaît entre l'évolution du taux de nitrate et l'existence d'une DUP via nos modèles, comme le suggère l'analyse descriptive des données. Concernant la teneur en atrazine, il semblerait que l'évolution soit d'autant plus faible que le périmètre possède une DUP. Globalement sur la pollution diffuse aucune conclusion évidente ne se dégage : les conclusions sur l'existence d'un impact des périmètres de protection sur cette pollution, divergent selon l'indicateur retenu.

Les résultats de cette étude sont largement contraints par les données disponibles. Il manque principalement l'information sur la mise en oeuvre concrète des périmètres, il n'a donc pas été possible d'évaluer directement l'impact d'un périmètre de protection sur la qualité de la ressource vis-à-vis des pollutions ponctuelles ou diffuses. Enfin le manque d'informations sur le type de sol, le degré d'exposition au risque ou la présence d'autres actions pour lutter contre la pollution de l'eau peut fragiliser ces résultats si l'existence d'un périmètre de protection dépend de ces caractéristiques.

Ce document n'engage que ses auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent. L'objet de cette diffusion est de stimuler le débat et d'appeler des commentaires et des critiques.

I – INTRODUCTION.

La loi prévoyait la protection de tous les points de prélèvement d'eau destinée à la consommation humaine par la mise en œuvre de périmètres de protection pour 1997. Finalement, la mise en place de ces périmètres de protection autour des points de captage a, globalement pris beaucoup de retard, conduisant à une réforme de la procédure à suivre en 2004. Cette réforme¹ définit le rôle de ces périmètres de protection comme un moyen de lutter contre la pollution ponctuelle et accidentelle, la protection contre la pollution diffuse relevant d'autres règlements.

Il n'existe toutefois pas d'étude montrant, sur un nombre important de captages, que les périmètres de protection ont un impact positif sur la qualité de l'eau en cas de pollution accidentelle mais ne sont pas vraiment efficace en cas de pollution diffuse. Certains départements ont tenté d'élaborer ce type d'études sur un nombre restreint de cas. C'est le cas de la Haute Loire et de quelques départements du massif armoricain.

La présente étude cherche à évaluer les corrélations entre l'existence d'un périmètre de protection d'un captage et la qualité des eaux brutes, en cas de pollutions ponctuelles ou diffuses, sur un nombre plus important de captages.

II – LA REFORME DU DISPOSITIF DE PROTECTION DES CAPTAGES.

1. Bilan de la réglementation antérieure : les périmètres de protection des captages (PPC).

1.1. Présentation et Etats des lieux.

Le code de la santé publique de 1935 intégrait, pour la première fois, la possibilité d'assurer la protection de la qualité de l'eau d'alimentation par la mise en place de périmètres de protection autour des captages. La loi sur l'eau du 16 décembre 1964 rendait obligatoire, la détermination de ces périmètres et la déclaration d'utilité publique (DUP) des nouveaux points de prélèvement d'eau. Par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992, cette obligation a ensuite été étendue aux ouvrages existants avant la loi de 1964 et ne bénéficiant pas de protection naturelle. Ce texte fixait également un délai de réalisation de mise en conformité de 5 ans, soit pour l'année 1997.

3 types de périmètres étaient ainsi définis :

- Les périmètres de protection immédiate (PPI) dans lesquels toute autre activité que celle liée à l'exploitation du captage est interdite, et dont les terrains sont à acquérir en pleine propriété. Ils permettent de lutter contre les pollutions ponctuelles et accidentelles ;
- Les périmètres de protection rapprochée (PPR) dans lesquels peuvent être interdites ou réglementées certaines activités pouvant nuire à la qualité des eaux ; l'étendue de ces périmètres est calculée après évaluation des

¹ Loi de santé publique du 9 août 2004

caractéristiques hydrogéologiques, de la vulnérabilité de la nappe, des risques de pollution... Ils cherchent à réduire les risques de pollutions diffuses ou permanentes ;

- Les périmètres de protection éloignée renforcent le précédent contre les pollutions permanentes ou diffuses, à des distances plus éloignées du point de captage, mais ne sont que facultatifs. Leur mise en place dépend des préconisations de l'hydrogéologue missionné pour établir les périmètres de protection.

Les servitudes, instituées dans les périmètres de protection par l'acte déclaratif d'utilité publique, devaient être reportées en annexe des plans d'occupation des sols (POS). De même, la publication à la conservation des hypothèques de ces servitudes était obligatoire.

L'étude n°67 des agences de l'eau² et la circulaire de la Direction Générale de la Santé (DGS) et de la direction de l'eau du ministère de l'environnement de décembre 1999³, présentaient un état des lieux de la mise en place de ces périmètres respectivement en 1996 et en 1997. Toutes deux concluent à un échec relatif de cette mise en oeuvre avec seulement 31 % des captages ayant fait l'objet d'une DUP, dont un tiers seulement (c'est à dire 11 %) a été suivi d'une inscription des servitudes aux hypothèques.

Une légère amélioration s'est opérée entre les deux années. Tandis qu'en 1996 36 % des captages n'avait fait l'objet d'aucune procédure, en 1997 c'est le cas de plus que 32 %, ce qui reste malgré tout important, arrivé au terme de l'échéance fixée par la loi de 1992. Le conseil national de l'évaluation et le commissariat général du plan estimait, sur la base des données obtenues en 1997, « qu'au rythme observé, il faudrait environ 20 ans pour que tous les captages soient dotés de périmètres de protection »⁴. En 2005, on est encore loin d'atteindre l'objectif de 1992 avec tous les points de captages protégés. Ainsi, selon la circulaire DGS/SD7A n° 2005/59 du 31 janvier 2005, 39% des 35 000 points de captage d'alimentation en eau potable (c'est à dire environ 13 800), correspondant à plus de 43% des débits d'eau, dispose à ce jour d'un périmètre de protection. Pour améliorer l'efficacité de ce dispositif plusieurs réformes ont été récemment proposées.

1.2. Propositions antérieures de réformes.

La lourdeur de la procédure de mise en place de ces périmètres, d'une part, est présentée par diverses analyses⁵, comme la raison principale de cet échec. Plusieurs étapes apparaissent particulièrement problématiques : la mise en application des préconisations de l'hydrogéologue par exemple.

Ces analyses développent d'autre part, l'idée selon laquelle l'instauration des périmètres de protection est efficace pour faire obstacle aux pollutions ponctuelles ou accidentelles mais beaucoup moins dans le cas des pollutions diffuses. Au vue de ces réflexions si la pertinence des périmètres de protection immédiate est une idée partagée, celle des périmètres de protection rapprochée ou éloignée est remise en cause. Notons toutefois que dans le rapport du

² Mise en place des périmètres de protection des captages, bilan et analyse d'expériences positives

³ Circulaire n°99-721 du 21 décembre 1999

⁴ La politique de préservation de la ressource en eau destiné à la consommation humaine, septembre 2001

⁵ Rapport 215 tome 1 (2002, 2003) de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, Conseil national de l'évaluation de septembre 2001, Rapport Final de la Commission d'orientation du PNSE, et le PNSE lui-même.

Conseil National de l'Évaluation et du commissariat général du plan les auteurs concluent que s'il « est fondé d'indiquer que la mise en place des périmètres de protection n'est pas, sauf cas exceptionnels, un instrument efficace pour réduire les effets des pollutions diffuses et notamment des pollutions azotées d'origine agricole, l'affirmation est cependant à nuancer pour les produits phytosanitaires dont la dégradation (...) justifie de faire porter un effort particulier sur les zones proches du captage. » On ne retrouve pas cette nuance pour les produits phytosanitaires dans les autres analyses.

A partir de ces deux constatations principales, le Conseil National de l'Évaluation a proposé de créer les cinq modalités suivantes :

1. une procédure, à créer, de constatation de protection naturelle justifiant ainsi l'absence de création de périmètres, y compris du périmètre de protection immédiate, dans le cas des captages existant avant 1964 et bénéficiant d'une protection naturelle ;
2. une procédure simplifiée, à créer, aboutissant à la seule création du périmètre de protection immédiate quand cela est suffisant ;
3. une procédure avec périmètres de protection immédiate et de protection rapprochée n'impliquant pas d'inscription de servitudes à la conservation des hypothèques lorsque les servitudes sont déjà inscrites dans le plan d'occupation des sols.
4. une procédure avec périmètres de protection immédiate et rapprochée, et inscription des servitudes aux hypothèques (réglementation actuelle)
5. une procédure avec les 3 types de périmètres, et inscription des servitudes aux hypothèques (réglementation actuelle).

Les réformes proposées dans le cadre du PNSE vont dans le même sens. Elles insistent également sur le besoin de simplification des procédures, afin de permettre la mise en place d'une protection de 80 % des captages en 2008 et de la totalité en 2010. Dans la lignée du rapport du Conseil National de l'Évaluation et du commissariat général du plan, le PNSE prévoit la possibilité de ne créer qu'un périmètre de protection immédiate, la suppression de l'inscription obligatoire des servitudes aux hypothèques et une meilleure maîtrise foncière des zones, en permettant aux collectivités de préempter des terrains dans le cadre de la protection des points de captage, et en réformant le bail rural. Selon le PNSE, pour lutter contre la pollution diffuse, il faut modifier significativement les pratiques agricoles dans les bassins d'alimentation, cette modification devant être instaurée dans le cadre de la loi sur l'eau.

2. La pollution ponctuelle : PPC et loi de santé publique du 9 août 2004.

La loi de santé publique du 9 août 2004⁶, s'est largement inspirée des réformes proposées par ces deux rapports. Le rôle des périmètres de protection des captages (PPC) est redéfini. Il doit permettre de lutter contre la pollution ponctuelle ou accidentelle, mais plus contre la pollution diffuse. Les méthodes de protection contre la pollution diffuse seront spécifiées par la loi sur l'eau.

2.1. Au minimum un PPI clos pour tous les points de captages.

Elle prévoit en effet, la possibilité de n'instaurer qu'un périmètre de protection immédiate si les conditions hydrologiques et hydrogéologiques permettent une protection efficace de la

⁶ Loi n°2004-806 du 9 août 2004 relative à la politique de santé publique.

qualité de l'eau par ce périmètre unique. La création de cette solution simplifiée devrait permettre d'accélérer la mise en place des périmètres pour ces points de captages déjà protégés en partie.

Cette réforme présente un avantage environnemental, en permettant une protection suffisante, de ces points de captages spécifiques, plus rapide que par le passé. Cette obligation d'établir un périmètre de protection immédiate est, d'autre part, étendue aux points de prélèvement existant à la date de la loi de 1964, et bénéficiant d'une protection naturelle, jusqu'ici dispensés. L'ambiguïté de ce qu'est une protection naturelle est ainsi levée, en protégeant tous les points de captages. Pour ces captages il n'y avait pas d'obligation de clôturer les alentours, ce n'est dorénavant plus le cas.

2.2. Des mesures d'adaptation de la procédure.

Toute une série de mesures cherchent à faciliter la procédure, et, a fortiori, à accélérer la mise en place des périmètres de protection. Cette loi stipule ainsi, que les servitudes liées aux périmètres de protection ne font plus l'objet d'une publication aux hypothèques. Dans un certain nombre de cas ces servitudes sont déjà inscrites en annexe des plans d'occupation des sols ou des plans locaux d'urbanisme (PLU). Un décret précisera le mode de publicité de ces servitudes aux différents propriétaires.

Cette loi accorde également, aux collectivités locales, le droit de préemption urbain dans les périmètres de protection rapprochée des prélèvements d'eau destinée à la consommation. Jusqu'alors ce droit de préemption ne pouvait s'appliquer que dans les zones urbaines et d'urbanisations futures, limitant l'action foncière communale pour les périmètres de protection ne se situant pas dans ces zones.

Cela devrait faciliter la mise en place des périmètres de protection, sans que les communes aient besoin d'exproprier. Les collectivités propriétaires pourront, dorénavant et en dérogation au statut du fermage, imposer aux agriculteurs des contraintes sur leurs modes de culture pour qu'elles soient adaptées ou acquérir des terrains, sans les mettre en bail, pour développer des zones boisées ou des prairies, mesures qui ont donné de bons résultats sur la qualité de l'eau. Dans ces zones, les collectivités propriétaires peuvent donc aller plus loin que ce que leur permettent les servitudes.

2.3. Le renforcement des sanctions

Enfin la loi de santé publique clarifie et renforce, la surveillance de la qualité de l'eau par un autre ensemble de réformes. Elle définit clairement la personne, publique ou privée, chargée de la production et de la distribution d'eau comme responsable pénalement de la qualité de cette eau. Celle-ci doit, de ce fait, contrôler sa qualité et se soumettre au contrôle sanitaire. Le non-respect des restrictions ou interdictions dans les périmètres de protection est, pour la première fois, défini comme une infraction à la législation sur l'eau dont la responsabilité incombe à la collectivité utilisatrice de la ressource en eau.

3. La pollution diffuse : projet de loi sur l'eau.

3.1. Le dispositif réglementaire envisagé

Les périmètres de protection des captages (PPC) n'ont plus vocation à lutter contre la pollution diffuse. En revanche, le projet de loi sur l'eau permet au préfet de délimiter des aires d'alimentation des captages d'eau potable d'une importance particulière pour l'approvisionnement actuel ou futur. Dans ces territoires identifiés (zones d'alimentation des captages), des programmes d'actions seront élaborés en concertation avec les collectivités et l'ensemble des acteurs notamment agricoles, en vue de réduire les pollutions diffuses agricoles (pesticides et nitrates) ou la dégradation des milieux. Une animation permettra de développer ces actions sur la base du volontariat et de leur apporter les financements correspondants. Dans un deuxième temps au vu de la participation et des enjeux sur les milieux, certaines mesures pourront être rendues obligatoires.

Selon les données fournies par l'étude d'impact du projet de loi sur l'eau, le nombre des principaux captages concernés par la mesure est estimé à environ 900 unités, desservant plus de 10 000 habitants. Selon la même source, en préservant pour chacune d'elle un carré d'au moins 2 Km de côté, la surface totale des aires d'alimentation est estimée à 700 000 ha.

3.2. Des surfaces protégées plus vastes que celles des PPC

L'information relative à la surface occupée par ces périmètres ne figure pas dans la circulaire DGS/SD7A n° 2005/59 du 31 janvier 2005, et n'est pas centralisée par la Direction Générale de la Santé (DGS).

On connaît toutefois pour certains départements la surface moyenne des périmètres de protection actuellement mis en œuvre. Ainsi dans le département du Pas-De-Calais, la surface des périmètres de protection des 122 points de captages protégés est de 15 800 hectares, soit en moyenne 130 ha par périmètre. De même dans les Cotes d'Armor, 96 captages sont d'ors et déjà protégés, leurs périmètres de protection couvrent une surface de 13 800 ha (144 ha en moyenne), les périmètres de protection des captages dans les eaux souterraines recouvrent en effet en moyenne 63 ha, et 660 ha pour ceux des points de captages dans les eaux superficielles. Ces deux départements ont toutefois développé une politique volontariste dans ce domaine et présentent sans doute des surfaces moyennes plus importantes que dans le reste de la France. Dans le département de la Somme la surface des périmètres de protection varie entre 50 ha et 100 ha, dans celui de l'Allier la surface moyenne hors PPE est de l'ordre de 40 ha. Si 100 ha en moyenne paraît être une estimation haute, il semble difficile que la surface moyenne des périmètres de protection soit inférieure à 50 ha. La surface actuellement protégée se situerait alors entre 690 000 Ha et 1 380 000 ha (soit entre 1,3% et 2,5% de la superficie de la France).

Avec la possibilité de ne mettre en place qu'un PPI, dont la surface est assez réduite, la surface moyenne des périmètres de protection devrait diminuer. Sur les cinq départements pour lesquels on dispose de l'information, la surface moyenne des PPI est d'environ 0,5 Ha. Ainsi, si l'objectif du PNSE de protéger 80% des points de captage en 2008, est atteint par la mise en œuvre des seuls PPI, la surface protégée par ces périmètres augmenterait d'environ 8500 ha par rapport à la situation actuelle. Cette solution minimale de seule mise en place de PPI entraînerait, de même, une augmentation de 10600 ha par rapport à la situation actuelle de la surface protégée, pour atteindre l'objectif de 100% des captages protégés en 2010.

Cette approximation est à comparer à la surface qui devrait être concernée par les zones d'alimentation des captages proposées dans le projet de loi sur l'eau : 700 000 ha pour les 900 points de captage les plus importants en débit.

La surface moyenne par aire d'alimentation est nettement plus grande (de l'ordre de 800 ha) que celle des périmètres de protection (qui serait de l'ordre de 50 ha à 100 ha), ce qui est logique au vu de leurs objectifs respectifs : la protection contre les pollutions diffuses pour les aires d'alimentation et, finalement, la protection contre les pollutions ponctuelles pour les périmètres de protection des captages.

III – ANALYSE DE L'EFFICACITÉ DES PPC POUR DEUX ÉTUDES DE CAS.

S'il n'existe pas d'étude permettant d'évaluer, sur un nombre important de captages, l'impact de la mise en place de ces périmètres sur la qualité de l'eau, certains départements ont toutefois élaboré ce type d'étude sur un nombre restreint de cas. C'est le cas de la Haute Loire ou de quelques départements du massif armoricain.

1. Le cas de la Haute Loire.

1.1. Contexte local et mesures mises en place.

Dans ce département, les ressources en eau sont procurées par un nombre d'ouvrages très important (774) et ont généralement un faible débit. Il y a en particulier, de nombreux petits captages alimentant moins de 50 personnes.

La situation en 1990 montre, comme dans le reste du pays, la lenteur de la mise en place de ces périmètres. Ainsi, moins de 7 % des captages étaient protégés en 1990. Au vu de cette lenteur, une convention a été signée en 1995 entre l'Etat, le Conseil Général, et l'Agence de l'eau Loire Bretagne afin de mettre en place une procédure allégée pour les captages alimentant moins de 50 personnes, et une procédure normale pour les autres.

Ces captages desservant moins de 50 habitants font, dans un premier temps, l'objet d'une expertise hydrogéologique. Cette expertise peut conduire soit à l'abandon de l'ouvrage s'il n'est pas protégeable par un périmètre de protection immédiate, soit à un arrêté préfectoral de régularisation définissant un périmètre de protection immédiate (PPI) clos et acquis en pleine propriété ainsi que son délai de réalisation. Cette procédure n'amène donc pas de servitudes et correspond plus ou moins à la solution simplifiée proposée par la loi de santé publique du 9 août 2004. La mesure allégée est toutefois plus restrictive ici car elle n'est autorisée que pour les captages alimentant moins de 50 personnes. Elle ne prévoit pas, non plus, la possibilité de périmètres de protection rapprochée ou éloignée, pour les cas où la ressource est protégeable mais pas par un simple PPI. Elle présente également l'inconvénient de ne pas autoriser l'expropriation et d'être d'une durée limitée comprise entre 3 et 15 ans. Arrivée à échéance la procédure doit être reconduite. Elle avait principalement pour but une plus grande rapidité de mise en oeuvre.

En plus de cette mesure le conseil général s'est particulièrement mobilisé pour soutenir les collectivités locales.

1.2. Bilan de cette expérience⁷.

Environ 240 captages bénéficiaient de la procédure allégée en 2002, soit 31 % de l'ensemble des captages. En 2002, 84 % des captages étaient alors réglementairement protégés (413, soit 53 % disposant d'une déclaration d'utilité publique : DUP) et 13 % en cours d'instruction. Toutefois la mise en place concrète de ces dispositions réglementaires sur le terrain présente un bilan moins positif. La mise en place concrète d'un périmètre de protection a été effectuée dans à peine plus de la moitié des captages protégés par DUP, et moins de 40 % des périmètres protégés par un arrêté simple d'autorisation. Ce département figure donc parmi les plus avancés.

Ce bilan a été accompagné d'une évaluation de l'effet de la mise en place des périmètres sur la qualité de l'eau. Cette évaluation se fait sur deux échantillons distincts, l'un pour les captages bénéficiant de la procédure allégée (arrêté préfectoral et un PPI uniquement), et l'autre représentant les captages protégés par la procédure normale (DUP et aux moins un PPI et un PPR). Le suivi a été réalisé sur la qualité bactériologique (pollution ponctuelle) et la teneur en nitrate (pollution diffuse).

Les captages retenus dans l'échantillon représentant la procédure allégée sont ceux disposant d'analyses avant et après l'arrêté préfectoral et dont l'arrêté date de 1996 et 1997, c'est à dire les premières années de la mise en place de cette procédure. 105 captages sont ainsi retenus, sans condition de représentativité au niveau des différents contextes géologiques, situations locales (zone de cultures, urbanisée...), ou intensités de débit.

La qualité bactériologique a été évaluée à partir d'une seule analyse effectuée l'année avant l'arrêté, et d'une seconde effectuée en 2002. 62 % des captages de l'échantillon ont conservé la conformité bactériologique qu'ils présentaient déjà avant l'arrêté, et 11 % non conformes avant, étaient conformes en 2002. En revanche, 11 % des captages de l'échantillon présentaient une qualité bactériologique non conforme avant l'arrêté et en 2002, et 16 % ont connu une dégradation de cette qualité. Au final, avant l'arrêté 78 % des captages de l'échantillon étaient conformes aux normes de qualité bactériologique, en 2002 ils sont 73 %. Au niveau des nitrates aucun des 105 captages de l'échantillon n'a présenté, ni avant ni après l'arrêté préfectoral, de taux supérieur à la norme de 50 mg/l, et leurs teneurs sont restés stables. Ceci s'explique facilement par la spécificité des captages ayant bénéficié de la procédure simplifiée, qui sont dans un environnement protégé naturellement, si ça n'est pas le cas la procédure même prévoit l'abandon du captage.

Cette étude valide d'abord le choix de la mise en place d'une procédure simplifiée dans ce département, avec la mise en place d'un périmètre de protection immédiate uniquement, puisque les captages concernés par cette procédure semblent relativement bien protégés 'naturellement'. Selon cette étude, la mise en place des PPI n'entraînerait pas d'amélioration significative de la qualité bactériologique de l'eau. Notons toutefois que cette étude se base sur la comparaison de la qualité avant et après l'arrêté préfectoral et non avant et après la mise en place concrète des périmètres de protection. D'autre part, en ne sélectionnant qu'une analyse avant et qu'une analyse après on ne peut pas tirer de conclusion sur les effets des PP sur la qualité bactériologique régulière de la ressource. De plus, On ne

⁷ Il est issu d'un rapport de stage effectué en DDASS sur l'évaluation de la mise en place des périmètres de protection des captages d'eau dans le département de la Haute Loire.

peut pas conclure, à partir de ces résultats, quant à l'efficacité des périmètres rapprochés ou éloignés en cas de pollution diffuse pour les captages qui la subissent.

En résumé, **on ne peut donc rien conclure à partir de cette étude sur les effets de la mise en place des PPI, dans le cadre de la procédure simplifiée, sur la qualité bactériologique de l'eau.**

L'échantillon retenu pour l'évaluation des PPC en procédure normale est de taille très réduite : il se compose de seulement 22 captages. Ces captages ont été choisis selon deux critères :

- Existence d'une DUP antérieure à 1992
- Au moins un PPI installé.

Sur ces 22 captages, 17 ont vu leur qualité bactériologique se maintenir à un bon niveau ou s'améliorer. Concernant les nitrates aucun ne présentait, ni avant ni après la mise en place des périmètres, de taux supérieurs à 50 mg/l et leurs teneurs se sont maintenues autour de leur niveau initial. Dans l'ensemble les taux se sont maintenus à un niveau équivalent. L'échantillon est toutefois trop restreint pour qu'on puisse évaluer clairement l'impact des PP sur la qualité de l'eau.

2. Le cas du massif armoricain.

2.1. Contexte local et mesures mises en place.

Contrairement à la situation observée au global en France, le recours pour l'alimentation en eau potable, à l'eau souterraine est minoritaire dans le socle armoricain. Selon G Marjolet, A Artur et M Freslon⁸, cette faible proportion est due en partie au contexte géologique, mais aussi au développement tardif de ces ressources souterraines. Les eaux souterraines y sont, de plus, captées essentiellement par des ouvrages « traditionnels » peu profonds.

L'agriculture intensive dans cette région a provoqué une dégradation importante de la qualité des eaux superficielles et souterraines. Les eaux souterraines, captées par des ouvrages « traditionnels » peu profonds présentent des teneurs importantes en nitrates, alors que celles captées par des forages profonds ont des teneurs quasiment nulles même dans les zones d'agriculture intensive.

Deux mesures sur les captages d'eau ont été mises en oeuvre à partir de ces caractéristiques pour en améliorer la qualité :

- remplacement d'un ouvrage traditionnel par un forage profond
- mise en place de modifications importantes de l'occupation des sols et des pratiques agricoles dans l'aire d'alimentation des captages par la mise en place de périmètres de protection (PP).

⁸ G Marjolet, A Artur et M Freslon, Périmètres de protection des captages d'eau souterraine dans le massif armoricain. Effets sur la qualité des eaux, in Celtic water in a European framework - pointing the way to quality; juillet 2002

2.2. Bilan de cette expérience sur la qualité des eaux souterraines.

Le rapport de G Marjolet, A Artur et M Freslon présentent les effets de ces mesures sur la qualité de l'eau.

Pour deux captages particuliers du département des Côtes d'Armor, le captage de Guébeuroux et celui de l'Hôpital, les collectivités ont, à la fois, remplacé le captage originel « traditionnel » par un forage plus profond et mis en place des périmètres de protection de tailles importantes. Ainsi, pour le captage de Guébeuroux, un périmètre de protection (immédiate et rapprochée) de 55 hectares a été mis en place, sans contrainte de culture particulière, mais comportant uniquement des mesures de restriction d'épandages. L'effet cumulé des deux mesures a permis de baisser la teneur en nitrate de près de 80 mg/l à moins de 5 mg/l. Pour le captage de l'Hôpital deux nouveaux forages ont été créés successivement pour remplacer le captage originel peu profond, et deux périmètres de protection rapprochée un de 39 hectares soumis à des contraintes légères pour le premier forage, et un de 9 hectares acquis et boisé ont été mis en place pour le second. La création du 1^{er} forage et de son PP s'est accompagné d'une baisse de la teneur en nitrate de 63 mg/l à 0-20 mg/l. L'utilisation du deuxième forage en complément du 1^{er} a d'abord conduit à une augmentation de cette teneur (32mg/l), mais celle-ci diminue actuellement (20mg/l).

La mise en place d'un PPC autour du captage de Bois Daniel dans le Finistère s'est, quant à elle, opérée en 2 étapes :

- une 1^{ère} étape avec l'installation d'un PPC associée à des mesures peu contraignantes, qui ne s'est pas accompagnée d'une amélioration de la qualité de l'eau (teneur en nitrate supérieure à 80 mg/l)
- une 2^{ème} étape dans laquelle la commune a acquis 30 hectares, soit 38 % de l'aire d'alimentation, des terres les plus proches du captage maintenues en herbe, puis boisées.

Après une période de stabilisation, les teneurs en nitrate ont diminué régulièrement (50mg/l).

De même, l'acquisition d'un PP maintenu en herbe de 8 hectares, soit un tiers environ de l'aire d'alimentation, autour du captage de Gilberdière dans la manche s'est accompagnée d'une diminution de la teneur en nitrate.

Dans le cas des PPC mis en place en même temps que le remplacement du captage originel par un captage plus profond, on ne peut pas définir l'impact particulier du PPC. **Les deux autres exemples montrent qu'il semble efficace, pour lutter contre la pollution diffuse et dans le cas particulier de captage ayant des aires d'alimentation assez restreintes, de mettre en place un périmètre de protection, proportionnellement à cette aire d'alimentation, assez vaste et associé à des acquisitions de terrains boisés ou laissés en herbe.** Le renforcement des moyens fonciers, proposé par la nouvelle loi de santé publique, pour changer la destination des terrains constituant les périmètres de protection pourrait donc s'avérer prometteur. L'exemple des Côtes d'Armor valide une série d'expérimentations référencées par la littérature sur l'efficacité des boisements ou la pertinence des surfaces en herbe pour diminuer la pollution par les nitrates.

IV – ANALYSE DE L'EFFICACITÉ DES PPC SUR UN ÉCHANTILLON D'OUVRAGES.

Il n'existait pas jusqu'ici d'étude, sur un nombre important de captages, montrant que les périmètres de protection ont un impact positif sur la qualité de l'eau en cas de pollution accidentelle mais ne sont pas vraiment efficaces en cas de pollution diffuse. La présente étude vise à combler cette lacune. Elle cherche à évaluer les corrélations entre l'existence d'un périmètre de captage et la qualité des eaux brutes en cas de pollutions ponctuelles ou diffuses.

Les données utilisées sont issues de 2 bases de données : le Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines (SIGES) Aquitaine de 2003 (c'est actuellement la seule base accessible au public qui comporte des informations sur l'état d'avancement des procédures de mise en place des périmètres de protection pour les points de forage/captage) et la base d'Accès aux Données des Eaux Souterraines (ADES). Les autres sources d'informations sont, en effet, difficilement mobilisables. Il s'agit principalement de la base SISE-EAUX du Ministère de la Santé. Elle pourrait être sollicitée, si l'on souhaite confirmer les premiers résultats mis en évidence ici. Les analyses ont été effectuées entre janvier 1995 et octobre 2003 sur deux départements : la Dordogne et les Pyrénées Atlantiques

L'objectif de cette étude étant d'analyser l'existence d'impacts des périmètres de protection sur la pollution ponctuelle d'une part et diffuse d'autre part, 4 paramètres régulièrement analysés sur l'ensemble des forages et présents dans ces bases permettaient a priori d'atteindre cet objectif : la présence de streptocoques fécaux pour la pollution ponctuelle et les teneurs en nitrate, atrazine et déséthyl atrazine pour la pollution diffuse. L'intérêt d'utiliser à la fois l'atrazine et le déséthyl atrazine était de pouvoir prendre en compte la dégradation rapide des pesticides en utilisant deux formes distinctes, correspondant à des états différents de dégradation d'une même substance. Cependant, on disposait de trop peu d'analyses relatives au déséthyl atrazine pour en faire une étude approfondie (50 analyses et 19 ouvrages), et on a donc retenu au final que les trois premiers indicateurs.

Pour chacun des 581 ouvrages pour lesquels nous disposions d'analyses, sont renseignés le département d'implantation de l'ouvrage, la date d'arrêté de la Déclaration d'Utilité Publique (DUP), la date d'avis définitif du Conseil Départemental d'Hygiène (CDH), la date du dernier rapport de l'hydrogéologue et la nature du périmètre prescrit dans ces différents rapports (périmètre éloigné, périmètre disjoint, zone sensible), ainsi que, pour chaque analyse, la date du prélèvement. 111 ouvrages parmi les 581 ne présentent aucune information relative à ces périmètres, soit parce qu'ils n'ont fait l'objet d'aucune démarche de protection, soit parce qu'ils ne sont pas renseignés. Ne pouvant distinguer ces deux cas, nous les avons supprimés de la première analyse et conservés dans la seconde en considérant que l'absence d'information est équivalente à une absence de DUP. On disposait ainsi initialement de 5554 analyses pour l'ensemble des quatre indicateurs retenus sur 581 ouvrages des départements de la Dordogne (282) et des Pyrénées Atlantique (299). Sans les analyses du déséthyl atrazine on conservait donc 5487 analyses pour l'ensemble de trois indicateurs sur 412 captages (échantillon global), et en éliminant les ouvrages ne disposant d'aucune information relative aux périmètres de protection des captages on a retenu 4250 analyses et 301 ouvrages (échantillon restreint). On considère enfin qu'il n'y a pas de non-réponse partielle, c'est à dire que les ouvrages pour lesquels on dispose d'au moins une information sont traités dans l'analyse. Si la date de DUP n'est pas remplie, on a supposé que la DUP n'était pas prise et que le forage n'était pas protégé réglementairement.

Ne disposant pas de l'information relative à la mise en place concrète des périmètres, on l'a approché par l'existence d'un arrêté de DUP. La qualité de l'eau peut être influencée par l'existence d'une zone sensible, la préconisation d'un périmètre éloigné et celui d'un périmètre disjoint dans le sens où leur présence indique une exposition plus importante aux risques de pollution. Le département contient lui aussi des informations indirectes sur l'exposition aux risques (département plus ou moins agricole...), mais aussi sur des degrés potentiellement différents de lutte contre la pollution.

On ne dispose pas d'information directe relative aux types de sol et à son occupation, aux autres politiques mises en oeuvre localement pour lutter contre la pollution des eaux... Toutefois, si l'on considère, du fait du grand nombre d'observations dont on dispose, qu'une part importante de ces caractéristiques est représentée dans les données utilisées et que l'existence d'une protection est équiprobable pour ces différentes caractéristiques, ce manque d'information est en partie pallié. C'est l'hypothèse sur laquelle se fonde ce travail, qui tente d'analyser l'efficacité des périmètres de protection des captages au travers d'un champ extrêmement réduit de données.

1. Périmètres de protection et pollution ponctuelle.

1.1. Méthode

La pollution ponctuelle est identifiée, dans cette étude, par la présence ou non de streptocoques fécaux au point de captage. On disposait au départ de 3160 analyses effectuées sur 391 ouvrages. 102 ouvrages ne disposant d'aucune information relative au périmètre de protection, ont été exclus de l'analyse, ainsi que 4 présentant des résultats d'analyse aberrants et en grand nombre. Au final la première étude, réalisée sans les ouvrages ne disposant d'aucune information sur les périmètres de captages, porte donc sur 1983 analyses dont 28 % indiquent la présence de streptocoques fécaux dans l'eau brute, la seconde étude avec ces ouvrages porte quant à elle sur 2356 analyses.

On disposait, quel que soit l'échantillon retenu, de trop peu d'ouvrages avec des analyses effectuées avant et après l'arrêté de DUP pour restreindre notre étude à une comparaison avant et après l'arrêté sur ces ouvrages. On a donc considéré les ouvrages pour lesquels des analyses ont été effectuées avant et après la déclaration d'utilité publique comme deux ouvrages distincts. L'étude a alors comparé les ouvrages qui disposent d'un arrêté à ceux qui n'en ont pas. En première approche, on observe la présence de streptocoques pour 30 % des analyses effectuées sur des ouvrages dépourvus de DUP, contre 25 % pour celles réalisées sur des ouvrages protégés (on appelle ouvrage protégé un ouvrage disposant d'un arrêté de DUP). Il semblerait donc que les périmètres de protection permettent de réduire les risques de pollutions par les streptocoques. On peut chercher à évaluer l'impact de cette protection par la mise en place d'un modèle logit.

Dans les deux études, la variable expliquée modélisée est la présence de streptocoques fécaux dans l'eau brute à partir d'un modèle logit (annexe1). Les variables explicatives sont celles présentés ci dessus, c'est à dire :

- l'existence d'une DUP,
- la préconisation de la mise en place d'un périmètre éloigné ou disjoint,
- le département,
- le nombre de prélèvements effectués sur l'ouvrage.

En effet, dans le cas de pollution ponctuelle plus on fait de contrôle sur un ouvrage et plus on a de chances d'avoir au moins une analyse positive. Or, tous les ouvrages ne sont pas contrôlés avec la même fréquence. Ne pas intégrer cette variable au modèle défavoriserait exagérément les ouvrages très contrôlés.

1.2. Résultats

Les résultats des deux études effectuées sur deux échantillons différents (avec ou sans les ouvrages ne disposant d'aucune information sur les périmètres de protection des captages) sont quasiment identiques. Il ressort que seuls les coefficients associés au nombre de prélèvement, au département, et à l'existence d'une DUP sont significativement différents de zéro. On ne conserve donc que ces trois variables dans le modèle définitif, le nombre de prélèvements et le fait que l'ouvrage se situe en Dordogne, relativement aux Pyrénées Atlantique, augmente les risques d'avoir des streptocoques fécaux dans l'eau brute, tandis que l'existence d'une DUP les diminue. L'existence d'une DUP multiplie par 1,7 (intervalle de confiance [1,4 ; 2,1]) les chances de ne pas avoir de streptocoques dans l'eau brute si on ne retient pas les ouvrages ne disposant d'aucune information sur les périmètres de protection des captages et par 1,5 sinon (intervalle de confiance [1,2 ; 1,8]).

Ces résultats tendent donc à valider l'efficacité des périmètres de protection en cas de pollution ponctuelle. Rappelons que les données dont nous disposons ne nous permettent toutefois pas de modéliser l'impact de la mise en oeuvre concrète des périmètres, mais simplement de l'existence d'une DUP. L'état et l'entretien de l'ouvrage captant et du réseau associé, la nature du sol ou le type de captage (forage, source...) ne sont pas caractérisés ici, leurs influences potentielles ne sont pas prises en compte, ce qui pourrait biaiser nos résultats. Toutefois, si ces caractéristiques sont indépendantes de l'existence ou non d'une DUP ce problème ne se pose pas.

2. Périmètres de protection et pollutions diffuses.

2.2. Le taux de nitrates.

Pour la pollution par les nitrates, on ne peut pas raisonner sur la teneur en nitrate en tant que telle. C'est l'évolution de ce taux qui nous intéresse en fonction de l'existence ou non d'une DUP. L'utilisation d'une évolution plutôt que du niveau pallie en partie le manque d'information sur le type d'occupation des sols. En effet, à type d'occupation identique, l'évolution ne dépendra pas de ce facteur contrairement au niveau du taux de nitrates. Sur les 1863 analyses sur les nitrates disponibles, on retient 1464 évolutions calculées entre deux dates de prélèvement sur l'ensemble des ouvrages, et en extrayant les ouvrages pour lesquels on ne dispose d'aucune information sur le périmètre de protection, 1213 évolutions calculées entre deux dates de prélèvement. Comme dans le cas des streptocoques, on disposait de trop peu d'ouvrages, quel que soit l'échantillon retenu, avec des analyses effectuées avant et après l'arrêté de DUP pour restreindre notre étude à une comparaison avant et après l'arrêté sur ces ouvrages. On va donc considérer les ouvrages pour lesquels des analyses ont été effectuées avant et après la déclaration d'utilité publique comme deux ouvrages distincts et comparer les ouvrages qui disposent d'un arrêté à ceux qui n'en ont pas.

Les évolutions calculées entre deux analyses ne sont pas de durée équivalente. Pour les rendre comparables, on ramène ces évolutions pour tenir compte du nombre de mois qui s'est

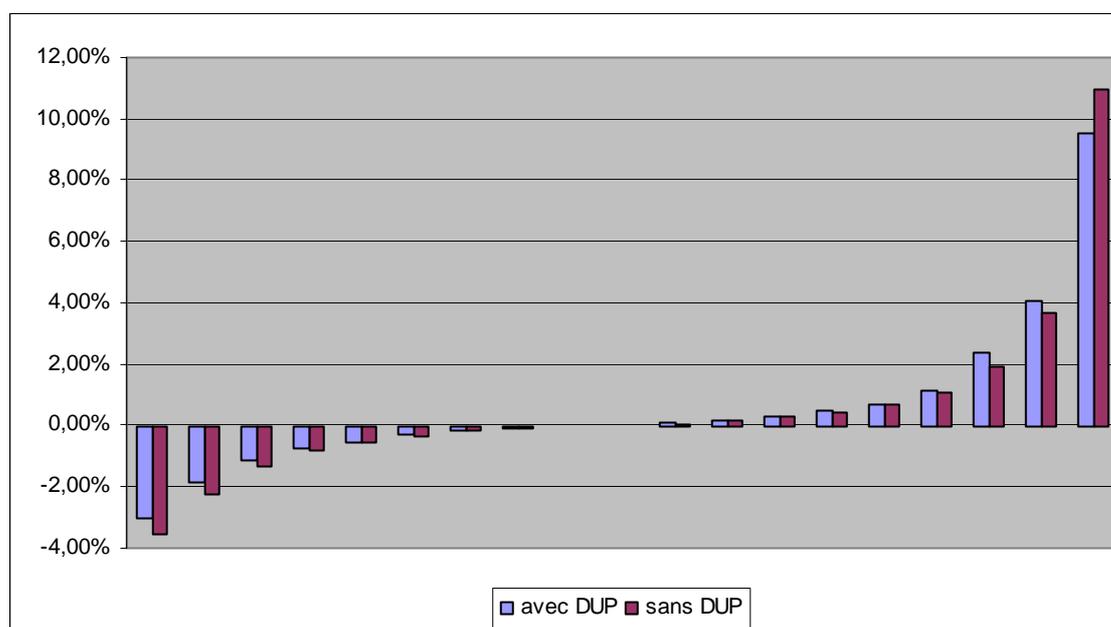
écoulé entre ces deux analyses. On obtient une évolution moyenne mensuelle entre deux prélèvements.

Les résultats obtenus sur l'ensemble des ouvrages sont, à nouveau, très proches des résultats obtenus sur les seuls ouvrages pour lesquels nous disposons d'au moins une information. Les moyennes des évolutions sur les ouvrages avec DUP sont similaires à celles des ouvrages sans DUP, respectivement 1,1 % et 1,4 %, et ce quel que soit l'échantillon retenu. De même, la distribution des ces évolutions sur les ouvrages disposant d'une DUP est quasiment identique à celle observée sur les ouvrages n'en disposant pas. Les seuls écarts observés portent sur les quantiles extrêmes (5% et 10% pour les quantiles inférieurs et 85%, 90%, et 95% pour les quantiles supérieurs) et restent relativement faibles (cf. graphique pour les résultats sur l'échantillon restreint). Il ne semble donc pas, a priori, possible d'établir un lien, à partir des données dont on dispose, entre l'évolution du taux de nitrates et l'existence d'une DUP.

Les modélisations vont également dans le sens d'une absence de lien entre la présence d'une DUP et l'évolution du taux de nitrate. En effet, on ne parvient pas à expliquer l'évolution du taux de nitrate en un point de captage par une relation linéaire (annexe 2) avec la teneur initiale, le département, la présence d'une DUP, d'une zone sensible, et d'un périmètre éloigné (pour l'étude sur les seuls ouvrages pour lesquels on dispose d'au moins une information : R^2 ajusté=0.017, les deux seuls coefficients significativement différents de zéro sont ceux associés à la teneur initiale et au département) (pour les résultats sur l'ensemble des ouvrages se reporter à l'annexe 2, B). De même, on n'observe pas de lien entre la probabilité d'existence d'une DUP (modèle logit) et l'évolution du taux de nitrates.

Nous ne disposons pas des tailles du périmètre de protection mis en place ou de son aire d'alimentation. Nous n'avons donc pas pu vérifier, sur un grand nombre de captages, l'efficacité, évaluer sur quelques captages des Côtes d'Armor, de la mise en place de périmètres recouvrant une grande partie de l'aire d'alimentation du captage, et associée à des restrictions importantes du type d'occupation de cette zone.

Comparaison des distributions des évolutions moyennes mensuelles entre deux analyses sur les ouvrages avec et sans DUP



2.3. La teneur en atrazine.

De même que pour la pollution par les nitrates, on ne peut pas raisonner sur la teneur en atrazine en tant que telle mais sur son évolution et le lien qui peut exister entre cette évolution et la présence d'une DUP. On appliquera donc la même méthode que dans le cas des nitrates et on comparera les évolutions moyennes mensuelles entre deux analyses sur les ouvrages disposant d'une DUP et ceux n'en disposant pas. L'échantillon est toutefois de taille beaucoup plus restreinte que dans les deux cas précédents avec 104 évolutions seulement sur l'échantillon restreint, et 189 évolutions sur l'ensemble des ouvrages.

Les résultats des analyses sur l'atrazine, présentent une distribution particulière : au total 81 % de ces analyses, obtenus à partir des ouvrages pour lesquels on dispose d'au moins une information sur les périmètres de protection, et 78 % des analyses sur l'ensemble des ouvrages, présentent une teneur de 0,05 µg/l. Cette distribution a une conséquence essentielle sur l'évolution de cette teneur en atrazine que l'on raisonne sur l'échantillon restreint ou sur l'ensemble des ouvrages : pour respectivement 68 % ou 73 % des évolutions calculées (en appliquant la même méthode que pour les nitrates on retient 104 évolutions) il n'y a pas d'évolution.

Résultats sur l'échantillon restreint

Evolutions	Nb sans DUP	Nb avec DUP	% sans DUP	% avec DUP
baisse	4	15	11%	22%
stagnation	27	44	77%	64%
hausse	4	10	11%	14%

On explique cette fois 15 % de l'évolution de la teneur en atrazine en un point de captage par une relation linéaire (annexe 3, A) entre cette évolution et la teneur initiale, le département, et la présence d'une DUP, (R^2 ajusté=0,15). Tous les coefficients sont significativement différents de zéro au seuil de 10 % et seul celui associé au département ne l'est plus au seuil de 5 %. L'évolution de la teneur en atrazine est corrélée négativement avec la présence d'une DUP et le niveau initial. Le fait que le point de captage soit en Dordogne, relativement au Pyrénées-atlantiques est corrélé positivement avec l'évolution de la teneur en atrazine.

Résultats sur l'ensemble des ouvrages

Evolutions	Nb sans DUP	Nb avec DUP	% sans DUP	% avec DUP
baisse	9	15	7%	22%
stagnation	95	44	79%	64%
hausse	17	10	14%	14%

Sur l'ensemble des ouvrages, on explique seulement 5,5 % de l'évolution de la teneur en atrazine en un point de captage par une relation linéaire (annexe 3, B) entre cette évolution le département, et la présence d'une DUP, (R^2 ajusté=0,054). Les coefficients sont significativement différents de zéro au seuil de 5 %. L'évolution de la teneur en atrazine est corrélée négativement avec la présence d'une DUP. Le fait que le point de captage soit en

Dordogne, relativement au Pyrénées-atlantiques est corrélé positivement avec l'évolution de la teneur en atrazine.

Globalement sur la pollution diffuse aucune conclusion évidente ne se dégage : les conclusions sur l'existence d'un impact des périmètres de protection sur cette pollution, divergent selon l'indicateur retenu. Ces résultats demanderaient à être confortés, du fait du peu de variables dont on dispose pour caractériser localement les points de captages. Comme pour l'analyse sur la pollution ponctuelle, la nature du sol ou le type de captage (forage, source...) ne sont pas caractérisés ici. Ce manque de données ne biaise toutefois, nos résultats que si l'existence d'une DUP dépend de ces caractéristiques.

V – CONCLUSION.

Le retard pris par la mise en place des périmètres de protection des captages (PPC) d'eau destinée à la consommation humaine a induit une réforme de ce dispositif de protection. La loi de santé publique du 9 août 2004 définit ainsi les nouveaux principes de mises en œuvres des PPC.

Cette loi reconnaît implicitement l'efficacité des périmètres de protection des captages en cas de pollutions accidentelles ou ponctuelles. Pour lutter contre cette pollution spécifique, elle cherche à simplifier les procédures tout en renforçant les possibilités d'action et de contrôle des collectivités. Un périmètre de protection immédiat, clos, est maintenant obligatoire pour tous les points de captages, et suffisant pour un certain nombre présentant de bonnes conditions naturelles de protection. Les communes peuvent imposer plus facilement certaines obligations via les fermages, et préempter des terrains si cela est nécessaire. La commune est davantage responsabilisée. Les servitudes ne font plus l'objet d'une inscription aux hypothèques. Cette loi contribue donc à élargir les menus d'outils réglementaires des collectivités, et va dans le sens d'une plus grande capacité d'adaptation de la réglementation aux diverses situations locales.

Au contraire, elle invalide l'efficacité de ces périmètres pour lutter contre les pollutions diffuses. Le projet de loi sur l'eau prévoit pour les captages présentant un intérêt particulier un nouveau dispositif, via la définition de zones d'alimentation de ces points de captages plus vastes que ne l'était les PPC.

Toutefois, aucune étude ne permettait, de valider cette hypothèse sur un nombre important de captages. Il existe seulement quelques études de cas, réalisées localement, comme en Haute Loire ou dans le massif armoricain.

En Haute Loire une procédure simplifiée, avec la mise en place d'un périmètre de protection immédiate uniquement, a été mise en place pour les captages alimentant moins de 50 personnes. Plus de 80 % des captages de ce département étaient de ce fait, réglementairement protégés en 2002. Cette étude valide donc le choix de la mise en place d'une procédure simplifiée en terme de rapidité de mise en oeuvre. On ne peut, toutefois, pas tirer de conclusion sur les effets des périmètres de protection sur la qualité bactériologique régulière de la ressource, ni sur l'efficacité des périmètres rapprochés ou éloignés en cas de pollution diffuse pour les captages qui la subissent.

L'étude effectuée dans le massif armoricain cherche, quant à elle, à évaluer l'impact de la mise en place des périmètres de protection associée à un remplacement de forage (2 sites)

et celui de la mise en place de périmètres de protection associée à des acquisitions importantes de terrains boisés ou mis en herbe (2 sites). Dans le premier cas, on ne peut pas définir l'impact particulier du périmètre de protection. Dans le second cas, pour lutter contre la pollution diffuse, il semble efficace de mettre en place un périmètre de protection assez vaste proportionnellement à l'aire d'alimentation, et associé à des acquisitions de terrains boisés ou laissés en herbe. Ces mesures sont particulièrement volontaristes et ne représentent, sans doute, qu'une faible partie des PPC mis en place. Il est alors difficile d'en tirer des conclusions générales. Il semble toutefois que le renforcement des moyens fonciers, proposé par la nouvelle loi de santé publique, pour changer la destination des terrains constituant les périmètres de protection pourrait s'avérer prometteur, de même que le nouveau dispositif proposé par le projet de loi sur l'eau visant à protéger certains captages particuliers.

Par suite, cette étude devait permettre d'évaluer, sur un nombre important de captages, les corrélations entre la qualité des eaux brutes et l'existence d'un périmètre de protection des captages, approchée au travers de l'existence d'un arrêté pour déclaration d'utilité publique.

On observe un impact positif des périmètres de protection sur la pollution ponctuelle. Toutes choses égales par ailleurs, l'existence d'une DUP augmente en moyenne de 70 % la probabilité de ne pas avoir de streptocoques fécaux au point de captage.

Au contraire aucun lien n'apparaît entre l'évolution du taux de nitrate et l'existence d'une DUP via nos modèles, comme le suggèrent l'analyse descriptive des données. Concernant la teneur en atrazine, il semblerait que les évolutions soient corrélées négativement à l'existence d'une DUP, c'est à dire que l'évolution soit d'autant plus faible que le périmètre possède une DUP. Globalement sur la pollution diffuse aucune conclusion évidente ne se dégage : les conclusions sur l'existence d'un impact des périmètres de protection sur cette pollution, divergent selon l'indicateur retenu.

Les données disponibles contraignent le type de modélisation possible et peuvent biaiser en partie les résultats obtenus. Il manque principalement l'information sur la mise en oeuvre concrète des périmètres, il n'a donc pas été possible d'évaluer directement l'impact d'un périmètre de protection sur la qualité de la ressource vis-à-vis des pollutions ponctuelles ou diffuses. Enfin le manque d'informations sur le type de sols, le degré d'exposition au risque ou la présence d'autres actions pour lutter contre la pollution de l'eau peut fragiliser ces résultats si l'existence d'un périmètre de protection dépend de ces caractéristiques.

ANNEXE 1 - REGRESSION LOGISTIQUE RELATIVE A LA PRESENCE DE STREPTOCOQUES.**A/ Sans les ouvrages ne disposant d'aucune information sur les PPC**Adéquation du modèle aux données :

Paire concordante :59.5 Somers' D :0.225
 Paire discordante :37.0 C :0.613
 Paire liée :3.4

Modèle :

On modélise $\text{Ln}(p/(1-p)) = \beta_1 + \beta_2 \text{ Nb prélèvement} + \beta_3 \text{ DUP} + \beta_4 \text{ Dordogne}$.

p est la probabilité qu'il y ait des streptocoques dans l'eau brute.

Paramètre	Coefficient estimé	Erreur standard	P-value
constante	-1.3851	0.1008	<.0001
Nb prélèvements	0.0376	0.00576	<.0001
Existence d'une DUP	-0.5314	0.1133	<.0001
Dordogne	1.0491	0.1481	<.0001

Odds ratio :

Paramètre	Odds ratio	Intervalle de confiance
Nb prélèvements	1.038	1.027-1.050
Existence d'une DUP	0.588	0.471-0.734
Dordogne	2.855	2.136-3.817

B/ Avec les ouvrages ne disposant d'aucune information sur les PPCAdéquation du modèle aux données :

Paire concordante :59.5 Somers' D :0.222
 Paire discordante :37.3 C :0.611
 Paire liée :3.1

Modèle :

On modélise $\text{Ln}(p/(1-p)) = \beta_1 + \beta_2 \text{ Nb prélèvement} + \beta_3 \text{ DUP} + \beta_4 \text{ Dordogne}$

p est la probabilité qu'il y ait des streptocoques dans l'eau brute.

Paramètre	Coefficient estimé	Erreur standard	P-value
constante	-1.4715	0.0946	<.0001
Nb prélèvements	0.0379	0.00559	<.0001
Existence d'une DUP	-0.3898	0.1043	0.0002
Dordogne	0.8840	0.1222	<.0001

Odds ratio :

Paramètre	Odds ratio	Intervalle de confiance
Nb prélèvements	1.039	1.027-1.050
Existence d'une DUP	0.677	0.552-0.831
Dordogne	2.421	1.905-3.075

ANNEXE 2 - MODELISATION DE L'ÉVOLUTION DU TAUX DE NITRATE.Modèle linéaire :

Evol = évolution mensuelle moyenne entre deux analyses

DUP = existence d'une DUP

ZS = zone sensible

PE = périmètre éloigné

PD = périmètre disjoint

Resini = niveau initial

Dep = le périmètre est en Dordogne

$$\text{Evol} = \beta_1 + \beta_2 \text{DUP} + \beta_3 \text{ZS} + \beta_4 \text{PE} + \beta_5 \text{PD} + \beta_6 \text{Resini} + \beta_7 \text{Resini}^2 + \beta_8 \text{Dep}$$

A/ Sans les ouvrages ne disposant d'aucune information sur les périmètres de protectionValidité globale du modèle :

Test de Fisher : F=3.9 avec une P-value=0.003

R²=0.023 et R² ajusté=0.017

PARAMETRE	COEFFICIENT ESTIME	ERREUR STANDARD	P-VALUE
constante	0.01977	0.00519	0.0001
DUP	0.00740	0.00616	0.2300
ZS	0.00691	0.00668	0.3010
PE	0.00100	0.00763	0.8957
PD	-0.00514	0.01748	0.7569
Resini	-0.00484	0.00101	<.0001
Dep	0.02023	0.00771	0.0088
Resini ²	0.00012	0.00003	<.0001

Modèle logit :

On peut tenter d'évaluer le lien entre la probabilité que le périmètre ne soit pas protégé par une DUP p et l'évolution du taux de nitrate tel que :

$$\ln(p/(1-p)) = \beta_1 + \beta_2 \text{Evol}$$

Les critères d'Akaike (AIC), de Schwartz (SC) indiquent la supériorité du modèle constitué de la seule constante. Il n'y aurait donc pas de lien entre p et Evol :

Critère	La constante seule		L'ensemble des 2 paramètres
AIC	1682.677	<	1683.908
SC	1687.778	<	1694.110

B/ Avec les ouvrages ne disposant d'aucune information sur les périmètres de protection

Validité globale du modèle :

Test de Fisher : $F=3.1$ avec une $P\text{-value}=0.003$
 $R^2=0.015$ et R^2 ajustée= 0.010

PARAMETRE	COEFFICIENT ESTIME	ERREUR STANDARD	P-VALUE
constante	0.01926	0.00423	0.0001
<i>DUP</i>	0.00394	0.00584	0.5000
<i>ZS</i>	0.00353	0.00609	0.5620
<i>PE</i>	0.00473	0.00664	0.4769
<i>PD</i>	-0.00640	0.01754	0.7151
Resini	-0.00293	0.00069	<.0001
<i>Dep</i>	0.00869	0.00599	0.1469
Resini ²	0.00006	0.00002	<.0001

Modèle logit :

On peut tenter d'évaluer le lien entre la probabilité que le périmètre ne soit pas protégé par une DUP p et l'évolution du taux de nitrate tel que :

$$\ln(p/(1-p)) = \beta_1 + \beta_2 \text{Evol}$$

Les critères d'Akaike (AIC), de Schwartz (SC) indiquent la supériorité du modèle constitué de la seule constante. Il n'y aurait donc pas de lien entre p et Evol :

Critère	La constante seule		L'ensemble des 2 paramètres
AIC	1886.853	<	1888.753
SC	1892.157	<	1899.359

ANNEXE 3 - MODELISATION DE L'ÉVOLUTION DU TAUX D'ATRAZINE.**A/ Sans les ouvrages ne disposant d'aucune information sur les périmètres de protection**Modèle linéaire :

Evol = évolution mensuelle moyenne entre deux analyses

DUP = existence d'une DUP

Resini = niveau initial

Dep = le périmètre est en Dordogne

$$\text{Evol} = \beta_1 + \beta_2 \text{DUP} + \beta_3 \text{Resini} + \beta_4 \text{Dep}$$

Validité globale du modèle :

Test de Fisher : F=6.4 avec une P-value=0.0005

R²=0.161 et R² ajusté=0.146

PARAMETRE	COEFFICIENT ESTIME	ERREUR STANDARD	P-VALUE
constante	6.032974 e-8	3.944326 e-8	0.1293
DUP	-4.52152 e-8	2.305932 e-8	0.0427
Resini	-0.00000159	4.870693 e-8	0.0015
Dep	5.418983 e-8	2.98271 e-8	0.0722

Durbin-Watson=2.19 on rejette l'hypothèse d'auto corrélation des résidus

Test de White=4.06 avec une P-value=0.67 on rejette l'hypothèse d'hétéroscédasticité.

A/ Avec les ouvrages ne disposant d'aucune information sur les périmètres de protectionModèle linéaire :

Evol = évolution mensuelle moyenne entre deux analyses

DUP = existence d'une DUP

Dep = le périmètre est en Dordogne

$$\text{Evol} = \beta_1 + \beta_2 \text{DUP} + \beta_3 \text{Dep}$$

Validité globale du modèle :

Test de Fisher : F=6.4 avec une P-value=0.0021

R²=0.064 et R² ajusté=0.054

PARAMETRE	COEFFICIENT ESTIME	ERREUR STANDARD	P-VALUE
constante	-2.4775 e-8	1.14678 e-8	0.0320
DUP	-2.8372 e-8	1.432185 e-8	0.0491
Dep	5.167233 e-8	1.481729 e-8	0.0006

Durbin-Watson=1.95 on rejette l'hypothèse d'auto corrélation des résidus

Test de White=3.35 avec une P-value=0.34 on rejette l'hypothèse d'hétéroscédasticité

ANNEXE 4 - LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL PUBLIÉS

- 05 – E05 Place de l'environnement dans le système juridique de l'OMC
Ruth GABBAY
- 05 - E04 Comment les politiques publiques peuvent-elles accélérer le progrès sur les technologies de lutte contre le changement climatique ?
Auréli VIEILLEFOSSE
- 05 - E03 Modélisation du découplage des aides et environnement en agriculture
Elsa LAVAL Nouveautés
- 05 - E02 Efficacité de la filière piles et accumulateurs
Olivier ARNOLD
- 05 - E01 Les réglementations environnementales ont-elles un effet sur le commerce extérieur de l'industrie française ?
Sébastien RASPILLER, Nicolas RIEDINGER, Céline BONNET
- 04 - E10 Les politiques environnementales ont-elles un impact sur la croissance ?
Nicolas RIEDINGER
- 04 - E09 Estimation des nuisances pour la collectivité générées par les éoliennes de Sigean
Sébastien TERRA
- 04 - E08 Stratégies d'échantillonnage et modèles de comptage dans la méthode des coûts de transport
Sébastien TERRA
- 04 - E07 Bien public global et instruments des politiques nationales unilatérales
Christine CROS, Sylviane GASTALDO
- 04 - E06 Principe de précaution et décision médicale
Dominique BUREAU, Emmanuel MASSE
- 04 - E05 Préservation des ressources globales et développement économique
Dominique BUREAU
- 04 - E04 Evaluation du coût subi par EDF suite à une mesure en faveur de la vie piscicole sur la Dordogne
Franck FREDEFON
- 04 - E03 Valorisation économique d'une amélioration de la qualité de l'eau de l'étang de Berre
Franck FREDEFON
- 04 - E02 La prise en compte du changement technique endogène affecte-telle l'équivalence entre taxes et permis ?
Gilles SAINT-PAUL
- 04 - E01 Les différences de sévérité environnementale entre pays influencent-elles les comportements de localisation des groupes français ?
Sébastien RASPILLER, Nicolas RIEDINGER

- 03 - E09 Evaluation économique des aménités récréatives d'un parc urbain : le cas du parc de Sceaux
Sylvie SCHERRER
- 03 - E08 Analyse économique de la rentabilité des filtres à particules sur les véhicules diesels neufs
Emmanuel MASSE
- 03 - E07 Note sur l'évaluation des infrastructures de transport et l'étalement urbain
Dominique BUREAU, Nicolas THOUVEREZ
- 03 - E06 Evaluation des bénéfices pour le public de la protection des espaces littoraux remarquables
Sylvie SCHERRER
- 03 - E05 Evaluation économique des aménités récréatives d'une zone humide intérieure : le cas du lac de Der
Sylvie SCHERRER
- 03 - E04 Exploration des engagements futurs en matière de changement climatique
Vincent VAN STEENBERGHE
- 03 - E03 Quels instruments pour une politique environnementale ?
Gilles SAINT-PAUL
- 03 - E02 Couverture des charges d'infrastructure et tarification de l'usage de la route
Isabelle ROVIRA, Martine PERBET
- 03 - E01 Les dommages visuels et sonores causés par les éoliennes : une évaluation par le consentement à payer des ménages dans le cas des éoliennes de Sigean
Sylvie SCHERRER
- 02 - E07 Pollutions atmosphériques transfrontières : mise en œuvre du protocole de Goteborg et de la directive plafonds
Daniel DELALANDE
- 02 - E06 Régulation du bruit à Roissy : efficacité et instruments économiques
Dominique BUREAU
- 02 - E05 Gisement d'énergie éolienne par région : quelques éléments d'éclairage économique
Sabine GUILLAUME
- 02 - E04 Les accords de Bonn et Marrakech : analyse quantitative et mise en perspective
Sandrine ROCARD, Eve ROUMIGUIERES
- 02 - E03 Typologie des modes de gestion des déchets ménagers par les collectivités locales
Anne-Claire BOITEL, Christine LAGARENNE
- 02 - E02 Evaluation économique des pertes d'usage dues aux tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999 : le cas de la forêt de Fontainebleau
Sylvie SCHERRER
- 02 - E01 Régulation de la durée des contrats dans le secteur de l'eau
Patrick DERONZIER

- 01 - E07 Effet de serre document de base de la maquette SAGESSE
Eve ROUMIGUIERES
- 01 - E06 Déterminants de la consommation en produits de l'agriculture biologique
Sylvie SCHERRER
- 01 - E05 Effet de serre : quantification de l'effort économique par les parties du protocole de Kyoto
Eve ROUMIGUIERES
- 01 - E04 Déterminants des comportements de tri des ménages
Christine LAGARENNE, Séverine WILTGEN
- 01 - E03 Combinaison des instruments prix et quantités dans le cas de l'effet de serre
Boris COURNEDE, Sylviane GASTALDO
- 01 - E02 Politiques nationales de lutte contre le changement climatique et réglementation de la concurrence : le cas de la fiscalité
Jérôme RIEU
- 01 - E01 Effets économiques du Protocole de Kyoto : une maquette internationale
Jean-Pierre BERTHIER, Martin GUESPEREAU, Eve ROUMIGUIERES

II - Méthodes :

- 05 - M03 Options réelles environnementales
Emmanuel MASSE, Stéphane GALLON Nouveautés
- 05 - M02 Guide pour l'élaboration de cahiers des charges pour des études de valorisation des dommages et aménités environnementales en 5 questions/réponses
Sébastien TERRA
- 05 - M01 Guide pour la mise en œuvre de la méthode des prix hédoniques
Sébastien TERRA
- 04 - M07 Maquette ECHEANCES : Epuisement des Combustibles selon Hotelling et Application Naturelle au Contingentement de l'Effet de Serre
Hélène OLLIVIER
- 04 - M06 Articulation entre quotas échangeables et mesures de gestion des ressources halieutiques : éléments pour l'évaluation économique d'aires marines protégées
Dominique BUREAU
- 04 - M05 Qu'est-ce qu'un marché de permis ? Adaptation du jeu de simulation de l'ENSAE à un marché de crédits « Azote »
- 04 - M04 Tourisme, loi littoral et économie de l'environnement
Dominique BUREAU
- 04 - M03 Fiches DPSEEA élaborées à partir du rapport final de la commission d'orientation pour le plan santé Environnement
Camille FEVRIER

- 04 - M02 Arbitrages intertemporels, risque et actualisation
Stéphane GALLON, Emmanuel MASSE
- 04 - M01 Le cycle de la prévention et de l'information sur les risques
Patrick MOMAL
- 03 - M03 La culture du risque et de la sûreté
Patrick MOMAL
- 03 - M02 Rapport du groupe de réflexion environnement et applications de l'espace
Bertrand GALTIER, Michel LEBLANC
- 03 - M01 Le système d'information environnementale français
Armelle GIRY
- 02 - M02 Santé environnement : problèmes et méthodes
Benoît VERGRIETTE
- 02 - M01 Intérêts et limites des variables biologiques en écotoxicologie aquatique
Patrick FLAMMARION
- 01 - M02 Indicateurs environnementaux : méthodes et utilisation pour l'évaluation des politiques publiques
Xavier DELACHE
- 01 - M01 Méthodologie de valorisation des biens environnementaux
Sylvie SCHERRER

III - Synthèses :

- 05 - S03 Les études de monétarisation des externalités associées à la gestion des déchets
Benoît CHEZE, Olivier ARNOLD
- 05 - S02 Plan National d'Affectation des Quotas : retour d'expérience
Sébastien MERCERON
- 05 - S01 Les différentes gestions du dossier de l'amiante
Grégoire LAGNY



- 04 - S07 Mécanismes économiques à l'œuvre sur la biodiversité dans les secteurs de l'agriculture, la forêt, l'eau, la pêche, le tourisme et les transports
Christine CROS
- 04 - S06 Evolution du régime d'indemnisation des catastrophes naturelles
Annie ERHARD-CASSEGRAIN, Emmanuel MASSE, Patrick MOMAL
- 04 - S05 Développement durable et aménagement routier : le cas de la RN88
Stéphanie ANTOINE
- 04 - S04 L'économie de l'effet de serre : point sur les engagements internationaux de lutte contre le changement climatique
Aurélie VIEILLEFOSSE

- 04 - S03 Entreprises et développement durable
Irène CABY
- 04 - S02 Références méthodologiques pour la prise en compte de l'environnement dans les
projets routiers
Stéphanie ANTOINE
- 04 - S01 Déchets ménagers en France. Financement du service et recyclage : Exemples de
travaux d'évaluation économiques utiles à la décision publique
Patrick DERONZIER, Olivier ARNOLD
- 03 - S06 L'évaluation des aménités et des dommages environnementaux
Sylvie SCHERRER
- 03 - S05 Les enseignements pour la France des régimes de responsabilité environnementale en
vigueur à l'étranger : l'exemple des Etats-Unis et du Brésil
Catherine SCHLEGEL, Laurent VERDIER
- 03 - S04 Les engagements futurs dans les négociations sur le changement climatique
Séminaire D4E
- 03 - S03 Economie de l'environnement et décision publique
Dominique BUREAU
- 03 - S02 Biens publics mondiaux et négociations internationales
Hélène FRANCES, François NASS
- 03 - S01 Axes pour la recherche en environnement et en développement durable dans le sixième
programme cadre de recherche et développement de l'union européenne
Groupe thématique national français « recherche européenne, environnement et
développement durable »
- 02 - S02 Marchés de droits : expériences passées et débuts pour l'effet de serre
Christine CROS, Sylviane GASTALDO
- 02 - S01 Microéconomie du développement durable : une introduction
Dominique BUREAU
- 01 - S05 L'impact économique des tempêtes de décembre 1999
Annie ERHARD-CASSEGRAIN
- 01 - S04 Ouverture des marchés de l'électricité et environnement
Dominique BUREAU, Sylvie SCHERRER
- 01 - S03 La responsabilité environnementale
Patrick MOMAL
- 01 - S02 Gouvernance mondiale et environnement
Dominique BUREAU, Marie-Claire DAVEU, Sylviane GASTALDO
- 01 - S01 Les rapports environnementaux des entreprises
CHRISTINE LAGARENNE, MARC AVIAM