



HAL
open science

Ressources alternatives en eau pour l'irrigation agricole

Guillaume Kerlero de Rosbo, Paul Ménard

► **To cite this version:**

Guillaume Kerlero de Rosbo, Paul Ménard. Ressources alternatives en eau pour l'irrigation agricole : Quelles possibilités pour le bassin Seine-Normandie. [Stage] France. AgroParisTech, FRA. 2008, 37 p. hal-02820975

HAL Id: hal-02820975

<https://hal.inrae.fr/hal-02820975>

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**Guillaume Kerlero de Rosbo
Paul Ménard**



RESSOURCES ALTERNATIVES EN EAU POUR L'IRRIGATION AGRICOLE

Quelles possibilités pour le bassin Seine-Normandie ?

Rapport Projet d'ingénieur

Février 2008



SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
I. Les projets d'exploitation des ressources en eau alternatives pour l'irrigation agricole	5
A. La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation	5
1. La réutilisation d'eaux en provenance de stations d'épuration (STEP)	5
1.1 Un exemple de projet : la STEP de Clermont-Ferrand	5
1.2 Les cas de réutilisation des eaux de STEP (urbaines et industrielles)	6
1.3 Etat des lieux sur la réglementation	7
2. La réutilisation d'eaux brutes (non épurées)	10
B. Utilisation des eaux de drainage.....	11
1. présentation d'un exemple : les retenues d'eau de drainage sur l'EARL Gobard	11
2. Synthèse sur l'exploitation de cette ressource.....	12
3. La réglementation en vigueur.....	12
C. Utilisation des eaux de pluie	12
1. Possibilités d'exploitation de la ressource	12
1.1 L'eau de pluie	13
1.2 Aspects techniques de la récupération des eaux de pluie ; le dimensionnement des cuves par rapport au stockage nécessaire	13
2. Réglementation en vigueur.....	14
II. Analyse des avantages et des inconvénients de ces projets pour les différents acteurs : mise en évidence de freins et de leviers.....	16
A. Aspects environnementaux	16
B. Aspects économiques & financiers	18
C. Aspects territoriaux	19
D. Aspects réglementaires.....	19
E. Aspects administratifs	20
F. Aspects techniques	20
G. Aspects agronomiques.....	21
G. Aspects Sociaux	21
H. Conclusion.....	22
III. Perspectives d'utilisation de ressources alternatives en eau dans le bassin Seine Normandie.....	23
A. Le contexte du bassin SN : corrélation géographique entre principaux bassins d'irrigation et masses d'eau en tension quantitative	23
1. Carte des communes irriguées du bassin SN	23
1.1 Hypothèses	23
1.2 Méthodologie de construction de la carte	23
2. Corrélation géographique avec les zones de tension quantitative.....	24
B. Possibilités locales de réutilisation des eaux usées urbaines.....	25
1. Corrélation géographique entre les communes irriguées du bassin Seine-Normandie et les communes possédant une STEP	25
1.1 Données disponibles, méthode utilisée et hypothèses.....	25

1.2 Cartes des communes irriguées du bassin Seine-Normandie possédant une STEP et/ou un exutoire de STEP sur leur domaine.....	26
2. Approfondissement local des résultats de l'analyse des possibilités de réutilisation des eaux usées urbaines	27
2.1 Différences de localisation des STEP et de leurs exutoires et conséquences	27
2.2 L'analyse spatiale à l'échelle des communes permet d'étendre les perspectives de développement de ces projets.....	28
3. Pistes d'études complémentaires et d'améliorations possibles de l'étude cartographique pour les projets de réutilisation des eaux usées urbaines de STEP	29
C. Possibilités locales de réutilisation des eaux de drainage	29
1. Corrélation géographique entre communes irriguées et surfaces drainées	29
Données disponibles.....	29
Methodologie	30
2. Calcul des volumes potentiels récupérables par drainage : Exemple de Coulommiers	31
D. Possibilités locales de réutilisation des eaux de pluie. Ex. de la culture sous serre.....	33
 CONCLUSION	 36
 BIBLIOGRAPHIE	 37
 REMERCIEMENTS	 37

INTRODUCTION

Notre étude a été commanditée par l'Agence de l'Eau Seine Normandie, représentée par Virginie Birgand Planty.

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) de 2000 vise le bon état des masses d'eau à l'horizon 2015. Dans ce cadre, tous les acteurs (dont les Agences de l'Eau) doivent participer aux actions de préservation et de restauration des ressources en eau.

Pour les masses d'eau en tension quantitative, le retour à l'équilibre entre les ressources disponibles et la demande en eau peut s'obtenir en diminuant les prélèvements (tous usages confondus) et/ou en augmentant la ressource. La question pour l'Agence est de savoir si en plus d'essayer d'économiser l'eau d'irrigation, il peut s'avérer pertinent de substituer le prélèvement dans les ressources en tension par un prélèvement dans des ressources « alternatives ». Par ces ressources, sont envisagées les eaux usées de stations d'épuration urbaines ou d'usines, les eaux de drainage et les eaux de pluie. Selon la pertinence de tels projets et leur faisabilité, l'Agence pourrait envisager d'intégrer ce type de projet dans son programme d'intervention.

Les questions auxquelles nous avons tâché de répondre sont les suivantes : Quelles sont les projets actuels d'utilisation de ces ressources (projets réalisés et en cours) ? A quels freins ces types de projets font-ils face et quels leviers sont en mesure de faciliter leur implantation ? Enfin, quelles sont les potentialités de mise en place de ces projets sur le bassin Seine Normandie ? Ces trois questions structurent les différentes parties de notre rapport.

Dans la pratique, nous avons divisé notre travail en deux étapes. Tout d'abord la revue des projets existants (bibliographie et rencontres des acteurs concernés), puis dans un deuxième temps nous avons effectué une analyse géographique de ces ressources au sein du bassin Seine Normandie, en relation avec la localisation des zones en tension quantitative, en tâchant d'approfondir nos réflexions sur la faisabilité des différents types de projets à travers l'étude de quelques exemples précis.

I. Les projets d'exploitation des ressources en eau alternatives pour l'irrigation agricole

Pour rédiger cette première partie, nous nous sommes basés sur les informations tirées d'enquêtes essentiellement téléphoniques, mais aussi de rencontres (CEMAGREF d'Antony, personnes de l'Agence de l'eau SN, entreprises, professeurs de l'AgroParisTech) ou de simples échanges d'email. Malheureusement, nous n'avons pas pu nous déplacer directement sur les lieux de ces projets. Néanmoins, grâce aux photographies que nous avons pu collecter, nous avons pu nous forger des idées assez précises sur la structure des différents aménagements concernés. En plus de ces enquêtes, une recherche bibliographique (rapports fournis par l'Agence, sites internet), nous a permis d'étoffer nos connaissances sur les différents types de projets. Nous vous présentons ici les différentes ressources alternatives pour l'irrigation agricole en les illustrant autant que possible par des exemples de cas concret étudié. Ceci nous permet ensuite d'extraire des idées plus générales sur chaque grand type de projet, complétées par un état des lieux réglementaire lui correspondant.

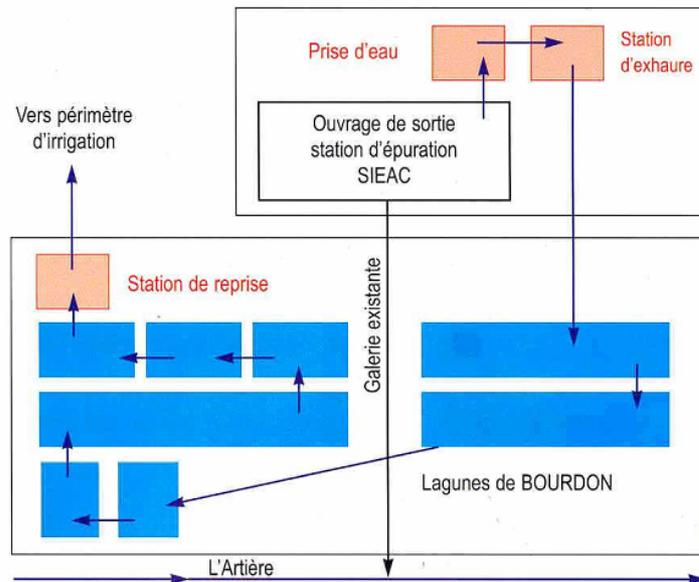
A. La réutilisation des eaux usées pour l'irrigation

1. La réutilisation d'eaux en provenance de stations d'épuration (STEP)

1.1 Un exemple de projet : la STEP de Clermont-Ferrand

Le principal projet d'utilisation d'eaux épurées pour l'irrigation est celui des eaux de la ville de Clermont-Ferrand.

Un réseau pilote a été mis en place en 1996 sur 55 hectares. Depuis 1999, il couvre 1.500 hectares, dont 700 sont irrigués chaque année, en fonction de la rotation des cultures. L'ASA Limagne Noire (association syndicale autorisée d'agriculteurs irrigants) profite des bassins de lagunage de la Sucrierie de Bourdon, à Aulnat. Ceux-ci sont remplis, chaque automne, de l'eau extraite des betteraves ou utilisée pour les nettoyer, puis vidés au printemps. Ensuite, ils accueillent l'eau épurée rejetée par la station d'épuration des eaux urbaines, située à proximité de la sucrierie, qui sera utilisée pour l'irrigation. Sur les 60.000 m³ qui sortent chaque jour de la station, 20 à 25.000 sont expédiés par des pompes dans les bassins d'une superficie totale de 12 ha. Le reste est déversé dans l'Artière, affluent de l'Allier.



Le temps de séjour de l'eau dans les lagunes est d'environ treize jours. L'eau passe successivement dans chacun des huit bassins, le temps d'être purifiée par ultraviolets. En sortie des bassins, une seconde station de pompage envoie ensuite jusqu'à 1.500 m³/h d'eau dans 60 kilomètres de conduites enterrées. Les champs, répartis sur huit communes entre Clermont-Ferrand et Riom, sont irrigués ainsi selon leurs besoins, de mai à septembre.

Illustration n°1 : Schéma de fonctionnement de la STEP de Clermont-Ferrand (Source: ASA Limagne Noire)

Un tiers des 5,4 millions d'euros d'investissements a été financé par les agriculteurs adhérents de l'ASA Limagne noire, à raison de 1.800 euros pour chaque hectare irrigué. Le reste a été pris en charge par l'Europe (15%), l'Etat (17%), le Conseil général du Puy de dôme (13%), l'Agence de l'eau Loire Bretagne (14%) et la Sucrerie de Bourdon (6%).

Les adhérents de l'ASA versent 120 euros par an et par hectare irrigué pour les coûts de fonctionnement mais sont dispensés de payer une redevance à l'Agence de l'eau Loire Bretagne. Les volumes disponibles par agriculteur ont été définis lors de la création de l'ASA. Le volume de la station d'épuration de Clermont est relativement constant, les quotas sont donc fixés et limités, si bien que l'ASA n'accueille qu'exceptionnellement de nouveaux adhérents.

1.2 Les cas de réutilisation des eaux de STEP (urbaines et industrielles)

La notion de réutilisation des eaux usées épurées est relativement ancienne. Déjà dès les années 60, des projets naissaient en France. Cependant la mise en œuvre de ces installations n'a pas toujours été réalisée de façon rigoureuse, et les projets actuels souffrent de la mauvaise image résultant de mauvaises pratiques antérieures. C'est notamment le cas de la plaine de Pierrelay, qui a reçu pendant plus d'un siècle les eaux usées brutes (non retraitées) de la station d'épuration d'Achères. Les agriculteurs ont ainsi bénéficié d'une irrigation gratuite et d'un apport de matières organiques sur leurs cultures. Mais cette zone agricole de près de 1300 ha (890 ha SAU) est désormais contaminée par les ETM et les HAP, et le périmètre irrigué a été soumis à un arrêté d'interdiction de commercialisation des productions en alimentation humaine.

Des projets ont repris ces dernières années, instaurant un traitement tertiaire en sortie de station d'épuration, souvent par un système de lagunage comme celui de Clermont-Ferrand, permettant ainsi une bonne qualité de l'eau utilisée pour l'irrigation. Les réalisations rencontrées sont relativement variées, que ce soit en terme de provenance des eaux arrivant à la station (urbaines ou industrielles), qu'en terme de volumes, surfaces et types de cultures irriguées, de types d'installations de traitement et d'irrigation. Ce constat rend relativement

difficile l'exposition de généralités concernant l'utilisation des eaux de station d'épuration, mais dénote en même temps du fort potentiel de développement de ce volet, au regard du large panel de possibilités d'utilisation.

L'Annexe 1 fournit le détail des différentes installations françaises de réutilisation d'eaux usées urbaines. La carte n° 1 en Annexe 2 en présente la répartition géographique à l'échelle du territoire français.

Concernant l'utilisation des eaux de STEP's industrielles, nous avons constaté que ce type de projet n'est quasi réservé qu'aux industries agroalimentaires (IAA). Il serait la plupart du temps (pas toujours) techniquement possible de réutiliser également des eaux industrielles non alimentaires, mais les eaux d'industrie lourde sont très fortement chargées en éléments polluants et le traitement serait beaucoup plus lourd et plus coûteux. Les rejets de ces usines se font généralement en rivière, selon des normes moins strictes que les normes d'épandage des eaux usées. D'autre part, certains agriculteurs seraient probablement réfractaires à irriguer avec ce type d'eau. Les industries ne rejetant pas des eaux dites « biodégradables » n'ont donc pas d'intérêt direct à élaborer des projets d'utilisation agricole, et nous n'en avons d'ailleurs rencontré aucun exemple.

En revanche, les divers cas rencontrés au sein des IAA montrent que ce type de projet fonctionne pour une large gamme d'usines (sucrierie, laiterie, transformation de légumes – voir tableau n° 2 en Annexe 3), même si les freins technico-économiques sont également valables pour ces usines. En effet, le traitement étant lié à la composition des eaux en sortie d'usine, il revient parfois trop cher pour être réellement intéressant.

Les installations de réutilisation des eaux usées épurées sont très développées dans certains pays européens. En Espagne, 408 millions de m³ d'eaux usées traitées sont réutilisés chaque année. En Italie également, des projets ambitieux voient le jour et 22 000 ha de cultures maraîchères sont déjà irrigués avec les eaux usées traitées provenant d'une station d'épuration d'une capacité de plus d'un million d'E.H. Enfin à Chypre, un objectif a été fixé de réutiliser 100% des eaux usées traitées (Lazarova & Brissaud 2007).

Ces pays disposent d'une réglementation relative à la réutilisation des eaux épurées. La France est comparativement en retard, bien que des éléments réglementaires de plus en plus clairs sont en voie d'émerger.

1.3 Etat des lieux sur la réglementation

➤ Chronologie (reprise en Annexe 4)

Le principe de la réutilisation des eaux usées traitées est prévu depuis 1994 par le décret n° 94-469 relatif à la réglementation du traitement des eaux usées domestiques pour des fins agronomiques ou agricoles, par arrosage ou par irrigation. La réglementation correspondante n'a toutefois pas été finalisée. Un arrêté est en cours d'élaboration pour préciser les règles précises applicables à la réutilisation des eaux usées prévu par le décret n° 94-469. Nous vous présentons ci-dessous les principaux textes et travaux qui s'y réfèrent dans leur ordre chronologique de publication :

- Les premiers rapports relatifs à l'utilisation des eaux usées remontent à des recommandations de l'OMS de 1989, rapidement suivies au niveau français par un premier rapport du CSHPF (Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France) en 1991.

- En 1994, le décret n° 94-469 relatif à la réglementation du traitement des eaux usées domestiques pour des fins agronomiques ou agricoles, par arrosage ou par irrigation, prévoit le principe de la réutilisation des eaux usées traitées

- En **1999**, la Direction Générale de la Santé (DGS) a demandé au CSHPF de rédiger un rapport relatif à l'« utilisation d'eaux issues du traitement d'épuration des eaux résiduelles des collectivités territoriales pour l'arrosage ou l'irrigation de cultures ou d'espaces verts ». Le CSHPF s'est en fait attelé à un projet d'arrêté, sur la base de recommandations inscrites dans son précédent rapport de 1991.

- Le **9 janvier 2001**, le projet d'arrêté fixant les prescriptions techniques, les modalités de mise en œuvre et de surveillance applicables à l'utilisation de ces eaux est présenté à la Direction Générale de la Santé (voir point B). Celle-ci, insatisfaite, estime que la forme de rédaction du projet d'arrêté ne permet pas de donner tous les arguments conduisant à des choix de stratégies et de procédures pour la réutilisation d'eaux usées traitées.

- Le **12 mars 2001**, l'AFSSA est donc saisie par la DGS pour une demande d'avis relative au projet d'arrêté de janvier 2001. Les conclusions ont été rendues il y a seulement une dizaine de jours, et sont donc malheureusement confidentielles à ce jour. Le rapport devrait paraître prochainement, ainsi que les dispositions législatives associées.

- **Septembre 2006**, l'OMS révisé ses lignes directrices pour la réutilisation des eaux usées traitées en agriculture, en se fondant sur une approche d'analyse quantitative de risques (risque acceptable par personne et par an -pppy-).

➤ **Contenu du projet d'arrêté de janvier 2001**

Le document dans son intégralité est disponible en Annexe 5. Nous énumérons ci-dessous quelques points principaux proposés dans ce projet :

- **Modalités d'irrigation autorisées** (gravitaire, souterraine, goutte à goutte, aspersion basse pression) et interdites (eaux brutes ou issues du traitement de boues non conformes en sortie, irrigation sous serres, irrigation sur pentes > 7%). Elaboration de classes de qualité (A,B,C,D) et de contraintes d'utilisation en fonction de la qualité et du type d'activité. Adaptations du matériel d'irrigation (limitation d'aérosols, etc) et contraintes de distance à certaines infrastructures humaines.

- **Modalités de stockage** : valeurs maximales de concentrations de l'eau stockée, conception, implantation et entretien des ouvrages devant permettre de minimiser les émissions d'odeur, la prolifération de vecteurs nuisibles et d'assurer la protection des eaux souterraines.

- **Programme de surveillance** : fixation de la nature et fréquence des analyses des eaux, tenue d'un registre par la collectivité territoriale (période et volumes utilisés, types de cultures, résultats de la surveillance).

➤ **Axes d'amélioration du groupe de travail de l'AFSSA**

La réglementation à venir sur l'utilisation des eaux usées en irrigation sera basée essentiellement sur la réglementation « boue ». Une étude préalable d'impact sera nécessaire ainsi qu'une intégration de cet apport d'eau dans un plan d'épandage. Ceci implique la réalisation d'analyses des sols et des eaux, des bilans de cumul de substances, etc.

Le groupe de travail de l'AFSSA prévoit de durcir le cadre d'utilisation des eaux pour l'irrigation des prairies et de prendre en compte la santé animale dans le champ de l'expertise. Les aspects de distance aux habitations et problèmes liés aux aérosols ne seront pas intégrés. Globalement, le but du groupe de travail serait d'imposer une excellente de qualité des eaux utilisées en irrigation (qualité A norme baignade) afin de pouvoir se détacher de certaines contraintes (distances, etc.) et permettre une utilisation variée (même sur légumes consommés crus). Cela suppose un abattement viral et bactérien de l'ordre de 10 000 et de privilégier des indicateurs d'efficacité des procédés (rendements globaux des installations) plutôt que les indicateurs de présence actuellement utilisés (salmonelles/helminthes, ces dernières n'étant même plus présentes dans les eaux brutes en général). Nous ne pouvons malheureusement pas donner plus de détails à propos de ce rapport dont les conclusions sont de caractère pour l'instant confidentiel.

➤ **Situation actuelle**

En attendant un texte réglementaire, les décideurs (notamment au niveau départemental DDASS, DDAF etc.) se basent essentiellement sur l'avis du CSHPF de 1991, sur le décret n° 94-469 relatif à la réglementation du traitement des eaux usées domestiques pour des fins agronomiques ou agricoles, par arrosage ou par irrigation et sur le Code de l'Environnement. La réglementation relative à l'épandage des boues d'épuration (différents décrets et arrêtés entre 1994 et 1998 relatifs aux installations de traitement et collecte des eaux usées, et la valorisation agronomique des boues. cf. l'annexe 4) est également prise en compte, en déduisant des normes de concentrations dans les boues, les normes de concentrations des eaux usées équivalentes à un apport de boue.

L'article R. 211-23 du code de l'environnement ouvre la possibilité de réutiliser les eaux usées, après épuration, à des fins agronomiques ou agricoles, par arrosage ou par irrigation, sous réserve que leurs caractéristiques et leurs modalités d'emploi soient compatibles avec les exigences de protection de la santé publique et de l'environnement.

On autorise donc actuellement ces pratiques essentiellement sur la base d'un arrêté qui n'a finalement pas vu le jour, et les demandes de projet sont étudiées au cas par cas. La décision finale dépendant finalement de l'avis de la personne instruisant le dossier.

➤ **Autres textes éventuellement relatifs à l'utilisation des eaux usées en irrigation**

Il existe également un rapport général de l'AFSET (Agence Française de Sécurité de l'environnement et du travail) relatif aux dangers d'inhalation (autres qu'alimentaires), définissant notamment des distances de sécurité d'aspersion aux habitations.

Au niveau de l'AFNOR (Agence Française de Normalisation), la commission *Assainissement* a pré-inscrit le sujet « réutilisation des eaux assainies en irrigation » parmi ceux susceptibles d'être développés. La décision pourrait être prise par cette commission, à l'issue d'une étude d'opportunité qui devrait être lancée courant 2008.

Pour l'instant il n'y a pas de norme ni de projet de norme dans ce domaine, ni au niveau français ni au niveau international ou européen, mais c'est un sujet qui est régulièrement évoqué parmi les développements potentiels en normalisation.

Un groupe de travail européen dédié à la réutilisation des eaux usées traitées (états membres de l'union européenne, principalement de la zone sud, et Malte) rédige actuellement une synthèse des pratiques et des réglementations nationales existantes.

Notons qu'à cette réglementation nationale et internationale définie par branche d'activité peuvent s'ajouter des prescriptions locales sous forme d'arrêtés préfectoraux relatifs à des projets bien précis. C'est par exemple le cas de la Vendée ou du Puy de Dôme. En effet, un arrêté préfectoral autorise l'utilisation des eaux résiduaires urbaines à des fins d'irrigation par l'ASA Limagne Noire, dans le cadre du projet de Clermont-Ferrand que nous avons décrit précédemment (cet arrêté est disponible en annexe n°6).

➤ **Exemple d'intégration des diverses pratiques conseillées par ces textes et/ou par une réglementation établie localement, dans le cadre d'un exemple concret d'utilisation d'eaux usées :**

Nous reprenons ici l'exemple de Clermont-Ferrand. Au niveau du suivi du projet et des contraintes réglementaires, les irrigants sont donc soumis à un certain nombre de prescriptions réglementaires : inaccessibilité du réseau au public, arrosage faible pression (< 5 bars), distance inférieure à 100 m des habitations, interdiction d'irriguer sur les routes et chemins, sur légumes consommables crus, et si le vent dépasse 30 km/h. L'eau de qualité A est visée mais pas toujours atteinte. Des mesures sont prises concernant la main d'œuvre agricole notamment sur les champs de maïs (délai d'entrée après irrigation, protections, etc.). A ce propos le CEMAGREF conseille dans tous les cas d'éviter tout contact direct, porter des vêtements et se rincer périodiquement, même si le traitement tertiaire aux UV rend l'eau a priori sans risque en ce qui concerne les virus.

Par ailleurs, un comité de suivi (DRIRE, DRAF, DDASS, et ASA) se réunit trois fois par an et des analyses parasitologiques et bactériologiques de l'eau et du sol sont faites tous les dix jours. L'eau est analysée aussi bien en bassin qu'en sortie d'asperseur.

Trois ans de suivi épidémiologique ont montré l'innocuité du système pour les habitants et/ou les ouvriers agricoles.

2. La réutilisation d'eaux brutes (non épurées)

Lors de nos enquêtes, nous avons constaté que certaines usines pratiquaient totalement, ou partiellement, une irrigation avec des eaux usées non traitées, directement en sortie de process. Bien entendu cet apport d'eau est contrôlé et doit être renseigné dans un plan d'épandage classique. On ne parle plus vraiment d'irrigation, même si l'apport a pour but d'amener de l'eau aux plantes, mais bien d'épandage. C'est le cas par exemple de l'usine de transformation de pommes « Les Vergers de Châteaubourg » (35) qui épand à peu près 95000 m³ d'eau usée par an. Certaines usines comme Lunor (à Luneray, 76) possède une station d'épuration n'ayant pas la capacité de traiter l'intégralité des effluents, si bien qu'une partie des eaux est épandue (environ la moitié). Ces eaux usées ne peuvent pas être épandues sur toutes les cultures. L'épandage peut avoir lieu toute l'année selon les cultures et notamment sur des prairies, des intercultures mais aussi des cultures non maraîchères (maïs, colza, blé). Pour ce type d'eaux usées non épurées, la réglementation suit celle de l'épandage agricole.

Nous avons constaté lors de nos enquêtes, un manque de clarté pour beaucoup de nos interlocuteurs entre les notions d'épandage et d'irrigation, notamment lorsque les eaux sont épandues directement, non épurées. Le simple fait que ces eaux ne soient pas traitées semble impliquer qu'elles soient considérées comme des « boues ». Mais il ne semble pas exister de

critères précis de qualité de l'eau ou de différence technique justifiant l'emploi d'un terme ou d'un autre dans notre cas précis. Le matériel d'irrigation utilisé pour l'apport de ces eaux peut d'ailleurs être strictement identique. Seule l'existence d'un traitement de l'eau permet de considérer l'apport de l'eau comme de l'irrigation (cas de Lunor). Néanmoins, les eaux usées épandues possèdent une réelle valeur d'irrigation, selon la période d'apport et les cultures concernées, lorsque l'absorption de l'eau par les plantes est recherchée.

B. Utilisation des eaux de drainage

1. présentation d'un exemple : les retenues d'eau de drainage sur l'EARL Gobard

L'EARL Gobard se situe sur la commune d'Aulnoy en Seine et Marne (77) dans une région où les sols sont particulièrement drainés. L'aménagement de 2 mares (1 petite intermédiaire de 1000 m³ et une principale de volume utile 12 000 m³ où l'agriculteur pompe) en retenue collinaire a été réalisé pour recevoir l'exutoire du réseau de drainage. Ces eaux de drainage sont utilisées pour l'irrigation depuis 1981.

La figure suivante présente l'emplacement de ces sites.

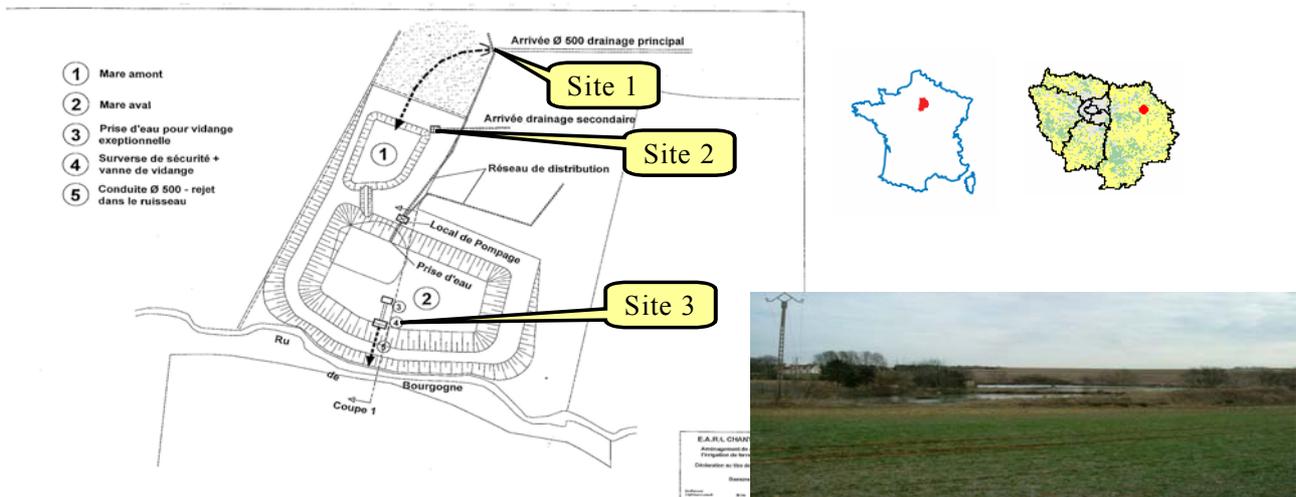


Illustration n°2 : Schéma de fonctionnement des retenues de l'EARL Gobard (Source CEMAGREF)

Site 1 : Arrivée Collecteur principal 500mm ; Site 2 : Arrivée de la source ; Site 3 : Surverse du bassin

La surface totale de l'exploitation est de 200 ha (totalement drainée). L'eau de drainage collectée dans les retenues est issue de 35 ha du bassin versant de l'Orgeval. Le volume d'eau total correspondant à cette surface drainée de 35 ha est de 70 000 m³ par an. Chaque année, environ 10 000 m³ sont utilisés pour l'irrigation, soit environ 17% du volume totale d'eau qui arrive dans les bassins. Le surplus est évacué par une surverse.

Le drainage se produit essentiellement de novembre à mars lorsque la réserve du sol est remplie. Actuellement, 20 ha de cultures maraîchères (des flageolets sur 10-15ha, des haricots et des semences potagères - brocolis) sont irrigués en 3 apports obligatoires (de juin à début août). En effet, l'irrigation est exigée par Bonduelle avec qui l'exploitant a passé un contrat. Avant de passer en contrat pour les légumes, Mr. Gobard n'était pas irrigant. Il ne possédait d'ailleurs pas ces cultures dans son assolement.

Lorsqu'il a créé ces retenues d'eau, Mr. Gobard a du réaliser une déclaration à la DDA (obligatoire selon le volume et la surface de l'aménagement).

2. Synthèse sur l'exploitation de cette ressource

De nombreuses zones du bassin l'irrigation présentent un drainage important. Réalisant les possibilités de récupération des eaux de drainage pour l'irrigation, de nombreux agriculteurs sollicitent les pouvoirs publics pour réaliser des aménagements de retenue collinaire.

Il est assez difficile de tirer des généralités à partir du seul exemple concret étudié (EARL Gobard) et d'un projet similaire émanant d'une exploitation située dans la même zone géographique (demande de financement à l'Agence de l'eau). La collecte des eaux de drainage semble se faire exclusivement dans des retenues collinaires situées directement à proximité des sols drainés.

Pour réaliser ce type d'aménagement, quelques conditions de base et prescriptions techniques sont requises :

- topologie adaptée (nécessité de pente) et drainage suffisant
- à partir d'un certain dimensionnement, procédure de déclaration au titre de la loi sur l'eau avec un document des incidences nécessaire, : étude du régime hydraulique, du bilan hydrique global et de la qualité des eaux (interception des eaux qui peuvent s'écouler directement vers les eaux souterraines et conséquences en période d'étiage)
- création d'une surverse de sécurité,
- réglementation concernant les vidanges et l'évacuation des produits de curage.

3. La réglementation en vigueur

La notion d'eaux de ruissellement ne semble pas avoir de contenu juridique spécifique. Elle est présente dans la législation associée à celle d'eaux pluviales. Les écrits existants concernent uniquement la gestion, collecte et traitement des eaux de pluie en milieu urbain, en lien avec leur ruissellement.

En agriculture il n'y aucune contrainte particulière à utiliser des eaux d'étangs ou de lacs. Concernant plus spécifiquement les retenues collinaires, la réglementation est celle valable pour les plans d'eau en vigueur dans le Code de l'Environnement. Selon le volume (et la surface du plan d'eau), une déclaration ou une demande d'autorisation et/ou documents d'impacts sont requis. Tout prélèvement d'eau est soumis à redevance quelque soit l'origine de l'eau. Le prélèvement dans une retenue collectant les eaux de drainage est également concerné.

C. Utilisation des eaux de pluie

1. Possibilités d'exploitation de la ressource

Nous avons restreint notre étude en accord avec l'Agence, à la récupération des eaux de pluie collectée à partir des toitures de bâtiments.

1.1 L'eau de pluie

La pluie représente 93% des précipitations climatiques en France. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, la pluie n'est pas toujours de bonne qualité même si réglementairement il n'existe aucune norme ou définition de la « bonne qualité » d'une eau de pluie. La formation de la pluie résulte pour l'essentiel de la condensation de l'eau contenue dans l'air, mais l'air contient aussi des particules et des gaz d'origine naturelle ou anthropique. Ces éléments ont une fâcheuse tendance à se retrouver dans les gouttelettes de pluie. Ce phénomène a été observé dans certaines régions de France où des pluies acidifiées par certains gaz polluants comme les oxydes de soufre ont causé des dommages irréversibles aux forêts. À cette pollution d'origine atmosphérique peuvent s'ajouter d'autres polluants absorbés lors du ruissellement de l'eau sur les toits et les sols. La composition de la pluie et des eaux pluviales varie donc d'un lieu à un autre.

Les caractéristiques de l'eau de pluie sont cependant relativement stables en moyenne annuelle : l'eau de pluie naturelle est acide (pH 5) et contient, en plus ou moins grande quantité, des sulfates, du sodium, du calcium, de l'ammonium, et même des nitrates et parfois des pesticides

1.2 Aspects techniques de la récupération des eaux de pluie ; le dimensionnement des cuves par rapport au stockage nécessaire

Certaines entreprises se sont spécialisées dans le matériel de récupération d'eau de pluie. Nous en avons rencontré un certain nombre lors du salon Pollutec 2007, dont les techniques varient. Les sociétés Sotralentz et Skywater proposent des cuves fermées solides pouvant ou non être enterrées. Les volumes et les prix proposés varient fortement selon le type de cuve et le travail réalisé. Skywater propose les volumes les plus importants dans cette gamme de produits habituellement réservés à un usage domestique en jardin (arrosage notamment). En effet, leurs volumes varient de 2 à 200 m³, voire jusqu'à 600 m³ pour un travail réalisé sur place et sur mesure. Mais ce type de cuve est souvent très coûteux.



Illustrations : a. cuve fermée enterrée de Skywater, b. et c. cuve fermée de Sotralentz



D'autres types de réservoir sont proposés par la société CITAF (voir ci-contre), sous forme de grand sac souple et fermé. Ces réservoirs sont très faciles à transporter à vide, à installer et coûtent moins cher. Le volume maximal proposé est de 400 m³.

Illustration n°3 : citerne (société CITAF)

Ainsi il semblerait que cette option soit particulièrement pertinente dans le cas d'une récupération locale, engageant des volumes relativement faibles, typiquement au niveau des cultures légumières sous serre, nombreuses dans le bassin Seine-Normandie.

On peut en effet imaginer une récupération de l'eau ruisselant sur les abris représentant des surfaces importantes. L'avantage serait de fournir aux maraîchers une eau immédiatement disponible sur site (sous réserve de précipitations) et à faible coût.

Les besoins et les apports détermineront le dimensionnement de l'installation et plus précisément la taille du réservoir. C'est l'élément central de l'installation et son volume doit être un bon compromis entre les besoins et les apports. Une cuve trop petite pourrait ne pas subvenir aux besoins et un complément d'apport d'eau serait nécessaire. Une cuve trop grande coûte plus cher et prend de la place.

Il est préférable de faire appel à des professionnels pour dimensionner précisément l'installation mais quelques formules permettent de se faire une petite idée sur la question. La taille de la cuve va dépendre de plusieurs facteurs spécifiques au projet :

- P : la pluviométrie locale en litre par m² et par an (voir Météo France),
- S : la surface du toit (m²) et sa composition (tuile, graviers, végétalisé) qui joue sur le volume d'eau restitué aux gouttières (coefficient de perte ou Cp),
- le nombre de jours de réserve de la cuve (en général 21 jours).
- B : les besoins annuels en litre

$$\text{Capacité de la cuve (en litre)} = [(P \times S \times Cp) + B] / 2 \times (21 / 365)$$

Avec Cp : toit en tuiles (0,75), toit en graviers (0,6), toit enherbé (0,3), toit ondulé (0,8), toit plat (0,6).

Comme nous l'avons précisé précédemment, nous nous sommes limités dans cette étude à la récupération des eaux de pluie collectée à partir des eaux de pluie des bâtiments. Toutefois, un stockage de l'eau dans une retenue collinaire semblable à celle évoquée dans l'utilisation des eaux de drainage est tout à fait possible. Ce type d'aménagement présente d'ailleurs de nombreux avantages puisqu'il permet un stockage plus important, un coût d'investissement plus faible et il peut être réalisé de façon à créer un site paysager intéressant. Cependant, ce type d'aménagement nécessite de la place et certaines contraintes topographiques (cf. retenue collinaire pour la récupération des eaux de drainage)

2. Réglementation en vigueur

En France, **la gestion des eaux de pluie est réglementée par le Code Civil**. L'article 641 prévoit que « tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent

sur son fonds ». Il peut les recueillir pour son propre usage, les vendre ou les concéder à un voisin. D'autres articles encadrent ce droit à l'échelle du voisinage. L'article 681 précise ainsi que le propriétaire doit établir des toits de manière à diriger les eaux pluviales sur son terrain et non pas sur celui de son voisin.

Mais face à la multiplication des demandes de réutilisation d'eau de pluie, les instances responsables de l'hygiène et de la santé ont été amenées à se pencher sur la question et à se prononcer.

Dans un **avis du 5 septembre 2006**, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) a estimé :

- que *l'eau de pluie collectée en aval de toitures peut être utilisée pour des usages non alimentaires et non liés à l'hygiène corporelle, dès lors que ces usages n'impliquent pas de création d'un double réseau à l'intérieur des bâtiments*. Autrement dit, **l'utilisation des eaux de pluie récupérées directement en aval de la toiture est autorisée en extérieur**.
- que les projets d'utilisation d'eau de pluie collectée en aval des toitures peuvent concerner différents types d'usages et notamment l'arrosage des jardins et potagers.
- que les données concernant les paramètres de qualité microbiologiques et physico-chimiques des eaux de pluie recueillies en aval des toitures -sans traitements préalables- montrent qu'elles ne sont pas conformes aux limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine fixées par le CSP, mais
- que pour les autres usages domestiques dans l'habitat (évacuation des excréta) et les usages connexes (**arrosage des espaces verts, arrosage du potager**, lavages des sols et des véhicules...), **l'utilisation d'eau de pluie sans traitement ne présente pas, sauf contexte environnemental particulier, de risques inacceptables pour la santé**.
- que le stockage des eaux de pluie est susceptible d'entraîner, dans certaines conditions, des risques de prolifération microbologique dans l'eau et de favoriser le développement de microorganismes pathogènes ou de vecteurs.

Cet avis est à prendre avec précaution car il concerne avant tout les usages domestiques de l'eau de pluie, et même si les dispositions vis à vis de l'arrosage privé des légumes permet de donner une estimation des possibilités pour l'arrosage agricole, aucun texte ne statue directement sur les possibilités d'utilisation d'eaux pluviales pour l'irrigation. Il ne faut pas confondre récupération des eaux pluviales pour un usage domestique et agricole.

D'autres points restent également à éclaircir, notamment la qualité que doit présenter l'eau de pluie. La qualité des **eaux de baignade** est régulièrement évoquée comme objectif de qualité à atteindre dans le cadre d'une récupération des eaux de toitures pour des usages domestiques. Cet objectif est déterminé par certains maîtres d'ouvrage qui souhaitent justifier de l'absence de risques spécifiques liés à cette pratique pour des usages tels que les sanitaires ou l'**arrosage**. **Mais il n'existe cependant aucune réglementation imposant cet objectif de qualité pour l'utilisation des eaux pluviales**.

En résumé, malgré ces quelques éléments de réponse, les experts ne savent pas quoi répondre précisément à cette question et l'Etat a tendance à déconseiller cette réutilisation par mesure de précaution. Il existe un flou général concernant l'utilisation des eaux pluviales en général.

II. Analyse des avantages et des inconvénients de ces projets pour les différents acteurs : mise en évidence de freins et de leviers

Pour différents types d'aspects (économiques, environnementaux, techniques, etc.), nous avons synthétisé dans des tableaux les avantages et inconvénients possibles des différents types de projet exposés en partie I. Le type de projet est inscrit dans la colonne de gauche, selon la nomenclature suivante: S (eaux de STEP urbaine), U (eaux usées épurées d'usine), D (eaux de drainage - retenue collinaire), P (eaux de pluie de toiture). Des commentaires rédigés en italique, indiquent parfois des précisions ou révèlent des « leviers » ou « freins » relatifs à ces avantages/inconvénients. Il faut comprendre par là des éléments tendant à catalyser ou à freiner la mise en place de tels projets, parfois en nuance avec l'avantage/inconvénient auquel il correspond (certes, chaque avantage est un levier en soi et chaque désavantage est un frein, en tant qu'arguments pour mettre ou non en place de tels projets).

A. Aspects environnementaux

Type Projet	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Tous	Diminution des sollicitations dans les nappes et les cours d'eau en tension quantitative (pour agriculteurs respectant le principe de substitution totale)	Risque par rapport à la valorisation économique intéressante d'entraîner d'autres agriculteurs à passer à l'irrigation. Ceci aurait pour conséquence l'augmentation des prélèvements
S U		Risque d'augmenter la pression sur les cours d'eau en étiage si le rejet de step est utilisé pour l'irrigation plutôt que rejeté dans le cours d'eau
S U	Fort intérêt lorsque il n'existe pas d'exutoire direct pour la STEP/usine (cours d'eau trop éloigné ou au débit trop faible)	
S U	Fort intérêt lorsque les milieux récepteurs des rejets sont protégés (ex: Mont St Michel, ou présence d'une ZNIEFF sur le projet de Mesnil-en-Vallée (49))	
S U		Dans certains cas, des risques de lessivage de l'azote et de stockage du potassium dans les sols ont été soulevés. <i>Ce contexte peut créer un climat de tension possible entre les acteurs (ex : Lunor) pouvant créer un frein au développement de projet similaire par la mauvaise image créée.</i>
S U		Risque de pollution si l'eau présente des concentrations non négligeables en bactéries, pathogènes ou virus : - <u>atmosphérique</u> dans le cas d'une irrigation par aspersion (particules aérosols)

		<p><i>La solution pour prévenir ce type de problème serait de régler finement le diamètre des gouttes (1,5 mm préconisé par CEMAGREF pour éviter une dispersion trop forte mais sans risques de ruissellement et de percolation.</i></p> <p><i>- <u>pollution des eaux</u> pour l'irrigation gravitaire. Le « goutte à goutte » qui présente moins de risque de dérive devrait être privilégié</i></p>
D	Retenues collinaires : potentiel d'abattement des nitrates important* (voir détail), ainsi que du phosphore et des produits phytosanitaires (dégradation naturelle).	
D	<p>Protection possible contre les crues en aval par les retenues collinaires en cas de fortes pluies.</p> <p><i>Il pourrait être possible de raisonner une construction de protection hydraulique en associant des irrigants à la démarche.</i></p>	<p>Incidence hydraulique possible notamment si des retenues se développent à grande échelle.</p> <p><i>Le Cemagref estime que le volume prélevé pour l'irrigation ne devrait pas dépasser 20% du volume total annuel drainé (chiffre indicatif, étude d'incidence à faire)</i></p> <p>Lorsque la retenue collinaire se remplit (automne) il faut attendre que le niveau atteigne la surverse avant que l'eau ne rejoigne son cours normal. Cela crée une incidence sur le débit et la hauteur des cours d'eau pendant un certain laps de temps.</p> <p><i>Si on est en période étiage, ce délai de retour à la normale peut avoir des conséquences sur les écosystèmes fragilisés par le manque d'eau.</i></p>
D	Par rapport à l'irrigation par forage, la retenue collinaire et la collecte d'eau de pluie sont moins demandeuses en énergie.	
D	Création d'un écosystème riche et paysage agréable	
P		Possibilité d'absorption de polluants lors du ruissellement sur les toits.

* Nitrates : Source CEMAGREF

Les retenues collinaires peuvent jouer un rôle dans la dégradation des polluants contenus dans l'eau stockée. En effet, des processus de dénitrification permettent une baisse de la concentration en nitrates. Le potentiel d'abattement des nitrates dans un dispositif de ce type a été mis en évidence au niveau des bassins de l'EARL Gobard (voir graphe ci-dessous). En effet, avant l'amorce de saison de drainage, la masse d'eau de la retenue présente une concentration en nitrates de l'ordre de 5mg/l (courbe avec cercles bleus ci-dessous), alors que les concentrations des alimentations (au niveau du collecteur - courbe rouge, point bleu fluo) au cours de l'hiver oscillent entre 60 et 160 mg/l. Au cours de cet hiver la concentration maximale atteinte dans le bassin est de 48 mg/l à la mi-avril puis elle diminue régulièrement

depuis. Les voies de dissipation des nitrates observées (consommation végétale, dénitrification) sont encore à préciser après quelques premiers essais de dénitrification en bouteille réalisés par le CEMAGREF.

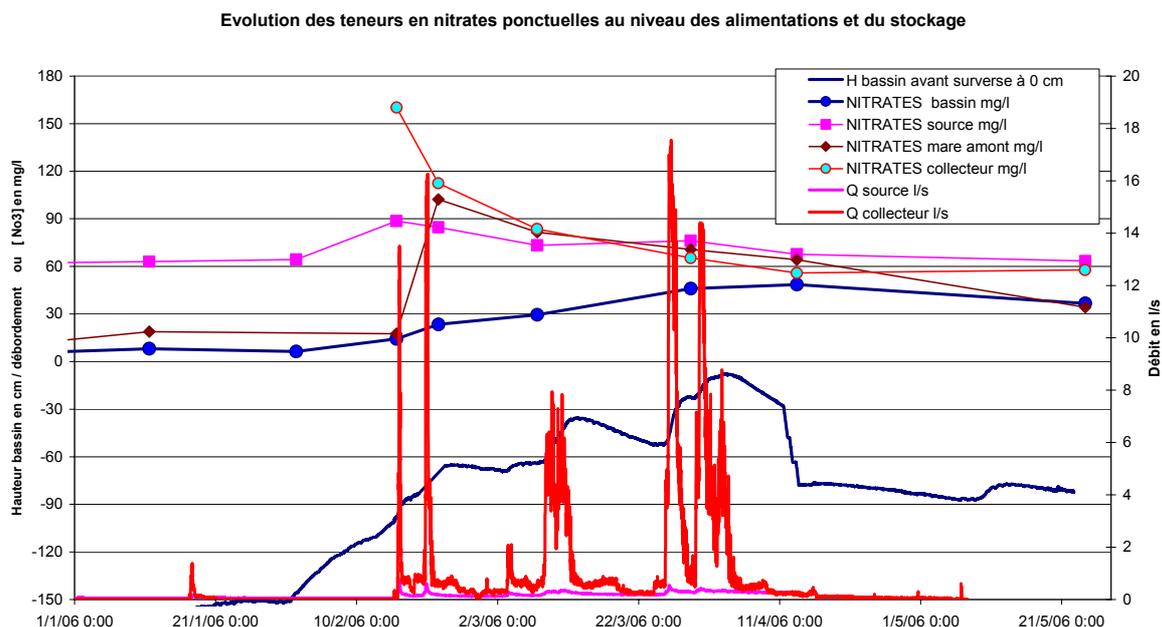


Illustration n°4 : Evolution des teneurs en nitrates ponctuelles au niveau des alimentations et du stockage en retenues sur l'EARL Gobard (source : CEMAGREF Antony)

B. Aspects économiques & financiers

Type Projet	AVANTAGES	INCONVENIENTS
tous	Maintien d'un système irrigué nettement valorisable.	
S U	Extrême importance de la distance production/utilisation. En fonction de la position de ce curseur, le choix d'une autre ressource que le pompage en milieu naturel sera ou non intéressant économiquement .	
S U	<p>Les agriculteurs ne s'occupent pas toujours du stockage de l'eau, ni de son acheminement jusqu'aux parcelles. Un employé de la station d'épuration peut éventuellement s'occuper de la gestion de l'irrigation).</p> <p><i>Cela peut constituer une réelle facilité d'organisation pour l'agriculteur et un vrai intérêt économique.</i></p> <p><i>Dans le même temps, l'usine doit gérer les quotas entre tous les agriculteurs, surveiller les bassins, acheminer l'eau et éventuellement gérer l'irrigation, ce qui constitue des activités supplémentaires à sa charge.</i></p>	
U		Coût du traitement peut être très important

D		Emprise foncière qui empêche la culture et le revenu associé.
P	Coût faible de récupération des eaux de toiture.	

C. Aspects territoriaux

Type Projet	AVANTAGES	INCONVENIENTS
S U	Extrême importance de la distance production/utilisation. En fonction de la position de ce curseur, le choix d'une autre ressource que le pompage en milieu naturel sera ou non intéressant économiquement .	
D	Surface drainée très importante dans le bassin SN	les surfaces irriguées ne coïncident majoritairement pas avec les zones drainées (cf. III)
D		L'aménagement de retenue collinaire nécessite une topographie adaptée (pentes...)
S U		La présence d'habitations/infrastructures en bordure de parcelle limite les possibilités d'irrigation.
S U	Intérêts politiques de faire un partenariat avec un ou des acteurs économiques et politiques locaux d'importance.	
P	Eaux récupérées sur les toitures disponibles directement sur le site (ex : serres, abris et autres bâtiments...)	

D. Aspects réglementaires

Type Projet	AVANTAGES	INCONVENIENTS
tous	Diminuer fortement le risque de restriction imposée lors des périodes de déficit.	
tous		Réglementation pas claire actuellement, voire pas finalisée. Ce flou pour l'ensemble des acteurs concernés est un frein au développement de certains projets
U	Pour les installations classés ICPE (ex : Rians), l'irrigation permet d'évacuer ces eaux aux concentrations (P, etc.) trop élevées ne pouvant être rejetées dans le cours d'eau voisin.	La qualité de l'eau exigée peut être dure à obtenir pour certaines usines.

E. Aspects administratifs

Type Projet	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Tous		Forte inertie administrative : temps de négociation, nombreux accords nécessaires, dossiers parfois conséquents à constituer (études de faisabilité, plans d'épandage, etc.), etc.
Tous		Difficulté à rapprocher les différents partenaires, conflits d'intérêts possibles.
S U	Volumes engagés relativement constants → facilité d'établissement de contrats durables et encadrés avec les irrigants.	
S U		Potentielle nécessité de changement de statut pour le groupement d'irrigants (Ex : Limagne noire, passage d'ASL à ASA) ou création de statut.
S U	Les contrats pour les volumes d'eau peuvent être une contrainte, comme une sécurité pour les agriculteurs (qui ont plus ou moins besoin d'eau) et les industriels (qui doivent se débarrasser de ces eaux). L'absence de contrat est un frein pour les industriels qui peuvent voir à tout moment les agriculteurs se désengager.	
D		Retenues collinaires : plan d'eau nécessitant une déclaration au titre de la loi sur l'eau, et éventuellement un document d'incidence.

F. Aspects techniques

Type Projet	AVANTAGES	INCONVENIENTS
S U		bouchons bactériens pouvant apparaître dans les canalisations et le matériel d'irrigation. <i>Il est conseillé d'utiliser des canalisations plastiques a priori moins sensibles à ce genre de problème.</i>
U		Impossibilité pour les industries dites lourdes (eaux trop polluées pour répondre aux exigences). Restriction de fait aux eaux biodégradables d'IAA.
P	Facilité de récupération de l'eau et d'installation des réservoirs	Récupération d'eaux de toitures relativement limitée en terme de volume (matériel de stockage, superficies de récupération).
P		Composition de la pluie variable en fonction du lieu.

G. Aspects agronomiques

Type Projet	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Tous	Par rapport à l'eau prélevée directement dans la nappe, l'eau est a priori plus chaude et stresse moins les plantes.	
U S	Valeur agronomique des eaux usées, souvent riches en éléments fertilisants.	les agriculteurs doivent parfois accepter d'épandre les boues de la sucrerie en hiver en contrepartie de l'irrigation estivale.
U S		Apport irrigation à inclure dans un plan d'épandage : plus lourd que l'irrigation classique.
U S		Problèmes de salinité des sols peuvent apparaître surtout à proximité du littoral lorsque les eaux usées sont riches en sels minéraux
U		Agriculteur parfois contraint de recevoir de l'eau à des moments inopportuns (sols déjà saturés, manque de surfaces irrigables) pour soulager les bassins de l'usine. La réduction locale des surfaces herbagères peut être un frein puisque les prairies constituent les surfaces les plus aptes à recevoir les eaux à tout moment de l'année lorsque les sols ne s'y prêtent pas vraiment.

G. Aspects Sociaux

Type Projet	AVANTAGES	INCONVENIENTS
S U	Cela ne dérange pas la majorité des gens de manger des productions végétales irriguées à partir d'eaux usées. Malgré tout, certains agriculteurs et industriels (industrie des légumes) ne sont pas prêts à produire certaines cultures arrosés par des eaux usées urbaines : « et vous vous mangeriez des légumes arrosés à l'eau des stations d'épuration... » Malgré l'émergence de ces projets, un important travail de communication et de sensibilisation est nécessaire afin de faire évoluer les visions négatives de ces pratiques dans l'esprit du public et des agriculteurs eux-mêmes. Des projets précurseurs tels que celui de Clermont-Ferrand sont la preuve que ces réalisations sont possibles à grande échelle et potentiellement reproductibles. Il peut être important d'insister sur les traitements tertiaires réalisés sur ces eaux.	
S U		Parfois, l'eau peut avoir une odeur, et une couleur gênante
S U	Intérêt touristique possible. Ex projet Royan ou Mont St Michel : évite rejet des eaux usées dans l'océan	

H. Conclusion

Les différents tableaux exposés ci-dessus témoignent de l'extrême complexité des situations rencontrées. Chaque type de projet présente certes des avantages certains vis à vis d'un pompage traditionnel en nappe ou en rivière, mais également des inconvénients qu'il convient de ne pas négliger. La construction de retenues collinaires ou la réutilisation d'eaux usées ne sont pas des solutions miracle, et la faisabilité d'un projet en particulier dépend grandement des conditions locales, que ce soit au niveau de la situation hydrologique locale, des acteurs en présence, ou encore des distances mises en jeu entre la source potentielle et les zones d'usage de l'eau. Même si notre étude est menée de façon globale et systémique, les réponses devront être apportées au cas par cas.

III. Perspectives d'utilisation de ressources alternatives en eau dans le bassin Seine Normandie

A. Le contexte du bassin SN : corrélation géographique entre principaux bassins d'irrigation et masses d'eau en tension quantitative

Nous avons réalisé une étude des perspectives d'utilisation de ressources en eau alternatives pour l'irrigation agricole dans le bassin Seine Normandie à partir d'une analyse géographique complétée par les informations que nous avons collectées lors de nos enquêtes préalables. Pour cela, nous avons travaillé sur le logiciel de système d'information géographique ArcGIS.

1. Carte des communes irriguées du bassin SN

En premier lieu, nous avons construit la carte des communes irriguées du bassin. Nous disposons pour cela des données suivantes :

- la carte des communes de France (échelle 1/50 000).
- la carte du bassin SN et les principaux bassins d'irrigation.
- une feuille Excel (irrigants_bassin_2006) listant tous les points de prélèvement pour l'irrigation du bassin SN. Pour chaque point, les renseignements suivants sont fournis : N° du point, code INSEE et commune de ce point, nature de l'eau prélevée (nappe et surface), N° de l'irrigant, code INSEE et commune de l'irrigant, volume annuel prélevé et surface irriguée pour ce point et pour un agriculteur donné. Il faut savoir que plusieurs agriculteurs peuvent prélever sur un même point et qu'un agriculteur peut prélever sur plusieurs points.

1.1 Hypothèses

Ne disposant pas de localisation précise des points de prélèvements et des parcelles irriguées, nous avons donc été contraints de raisonner à l'échelle communale.

Nous avons fait le choix de travailler sur les communes correspondant aux points de prélèvements, en estimant que les parcelles devraient être à proximité de ces points en raison du coût élevé des canalisations. Nous n'avons au contraire pas trouvé judicieux de considérer la commune de l'irrigant car les parcelles irriguées ne sont pas forcément à proximité du siège de l'exploitation et potentiellement sur d'autres communes. Cette hypothèse est discutable mais on constate que la commune du prélèvement est souvent la même que celle de l'irrigant. Ainsi, le biais relatif à ce choix est de toute façon faible.

Par ailleurs, sur l'ensemble de notre étude géographique nous avons décidé de travailler au maximum en terme de volumes d'eau irrigués et disponibles, les surfaces n'étant pas selon nous un critère quantitatif satisfaisant.

1.2 Méthodologie de construction de la carte

Nous avons tout d'abord réalisé la carte des communes du bassin SN (« intersection de la couche communes de France et de la carte du bassin SN »), dont la table attributaire contenait également le code INSEE. Nous avons pu joindre grâce à ce champ la table Excel contenant les volumes irrigués annuels par commune (données 2006).

Cela rend ensuite possible la création d'un dégradé de couleur en fonction des volumes nécessaires à l'irrigation (qui augmentent lorsque le bleu devient foncé). Enfin, nous avons

agrémenté notre carte d'une couche des départements (construite à partir de la couche des communes du bassin) afin de mieux se repérer grâce aux limites départementales. On obtient finalement la carte suivante :

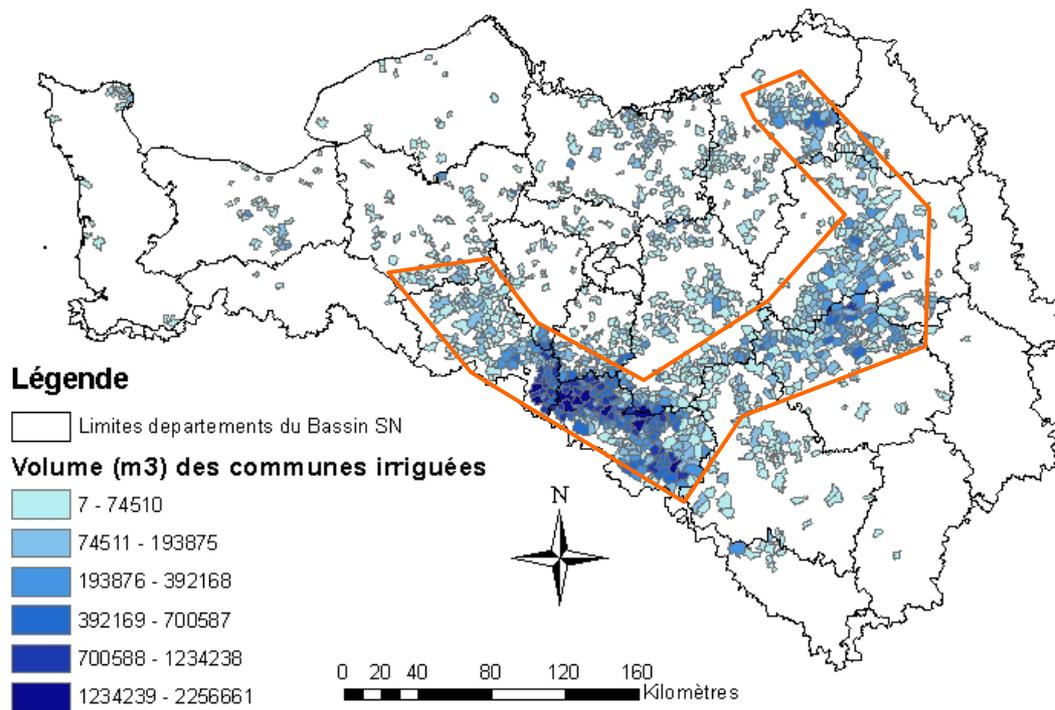


Illustration n°5 : Carte des communes irriguées du bassin SN et volumes irrigués associés

On constate que les communes se concentrent essentiellement dans une zone en forme de croissant (polygone orange) qui contourne au sud-est les départements limitrophes de l'Ile de France. L'irrigation est particulièrement présente au niveau de la Beauce (département du Loiret, au centre-sud).

2. Corrélation géographique avec les zones de tension quantitative

Il est intéressant d'analyser la carte précédente conjointement à celle des zones en tension quantitative pour la ressource en eau.

En couleur rouge apparaissent les zones en tension quantitative (dont les ZRE – zones de répartition des eaux), qui se caractérisent par une insuffisance chronique des ressources en eau par rapport aux besoins.

Nous constatons qu'il existe une forte corrélation entre les bassins irrigués et les zones en tension quantitative pour la ressource notamment pour une majeure

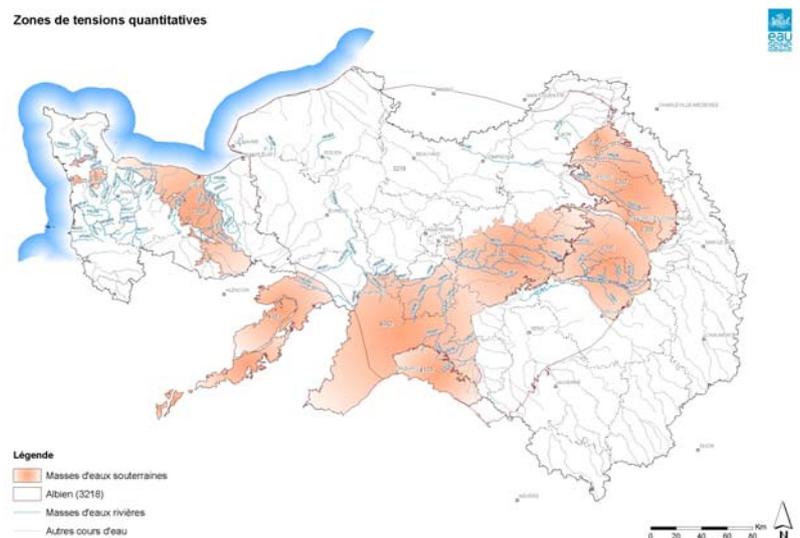


Illustration n°6 : Carte des zones en tension quantitative Source : AESN

partie du « croissant » évoqué précédemment.

C'est pourquoi, les projets d'utilisation de ressource alternative dans ces zones ont un intérêt réel s'ils permettent de réduire les sollicitations directes sur ces masses d'eau à tension quantitative.

Nous allons étudier les projets suivants à partir des données fournies par l'agence :

- utilisation des eaux usées urbaines de STEP à l'échelle du bassin
- utilisation des eaux de drainage en ciblant notre analyse sur un canton
- utilisation des eaux de pluie en ciblant notre analyse sur la récupération des eaux de pluie tombant sur les toitures de serres maraîchères.

B. Possibilités locales de réutilisation des eaux usées urbaines

1. Corrélation géographique entre les communes irriguées du bassin Seine-Normandie et les communes possédant une STEP

1.1 Données disponibles, méthode utilisée et hypothèses

Comme nous l'avons vu précédemment, nous avons créé une carte des communes irriguées du bassin et des volumes irrigués correspondants. Afin d'étudier les projets de réutilisation des eaux usées urbaines de STEP dans ces communes voici les données dont nous disposons :

- Classeur Excel (poupee_entrepot24082007_MAJ1612007) contenant pour chaque STEP :
 - o un code de la station qui se décompose comme suit : n° département (XX) / n° INSEE de la commune sur laquelle se trouve la STEP (XXX) / n° de la STEP (XX)
 - o la commune où se trouve la STEP et son code communale INSEE
 - o les dates de début et fin d'exploitation
 - o le nom de la STEP
 - o sa capacité actuelle
 - o le type de traitement des eaux et des boues (type des boues traitées)
 - o des informations sur le maître d'ouvrage
 - o les coordonnées (XY) des stations dans le référentiel Lambert II étendu (avec leur mode et leur date d'obtention)
 - o idem mais pour le point de rejet avec le type d'exutoire pour chaque station

- Classeur Excel (Pop CV _ extraction 28-09-2006) contenant le volume annuel (m³) apportée par chaque commune donnée (représentée par son code INSEE) dans une STEP donnée (avec son code de station définie comme précédemment). Plusieurs communes peuvent alimenter une même STEP et une commune donnée peut alimenter plusieurs STEP. Ce tableau donne également la population totale correspondant à ce volume. Il nous est mentionné dans ce classeur Excel que pour obtenir le volume rejeté par une STEP, il nous suffit d'additionner les volumes en sortie des différentes communes raccordées à cette station. Cela sous-entend une première approximation puisqu'il s'agit du volume estimé de la commune si elle a bien un réseau d'assainissement séparatif, c'est à dire que les eaux usées domestiques et les eaux de pluie sont collectées et transportées par deux réseaux distincts. Nous ne nous intéresserons donc pas dans notre étude au réseau d'assainissement unitaire. La deuxième hypothèse que nous réalisons et qui nous est directement suggérée dans le document, est de faire la somme de ces volumes communaux pour une STEP sans considérer la perte par abattement (eaux

partant dans les boues) dans la station, ce qui semble peu réaliste. Les volumes calculés de cette manière sont donc a priori surestimés.

Les deux premières cartes que nous avons réalisées sont les cartes des points correspondants aux STEP et exutoires (point de rejet des STEP) du bassin Seine-Normandie réalisées à partir des coordonnées géographiques (XY en système Lambert II étendu). Nous estimons que l'eau est disponible au niveau de la station mais également au niveau de l'exutoire où elle est acheminée. Tout ce que nous allons décrire ci-dessous concerne les points des STEP, mais le raisonnement et les résultats obtenus sont du même type pour les points d'exutoires.

A partir de la carte de localisation des STEP, nous en obtenons une nouvelle en la croisant avec la couche des communes irriguées. Nous obtenons ainsi la couche des communes irriguées qui possèdent une STEP.

A partir du fichier Excel (Pop CV_extraction 28-09-2006), nous avons créé une table listant pour chaque STEP, les volumes rejetés. On joint ensuite cette table à la table attributaire des couches communales irriguées contenant une STEP. Nous obtenons ainsi, pour chaque commune irriguée de cette carte le volume total d'eaux de STEP utilisables sur leur domaine.

1.2 Cartes des communes irriguées du bassin Seine-Normandie possédant une STEP et/ou un exutoire de STEP sur leur domaine

Nous pouvons pour chacune de ces communes comparer le volume annuel en sortie de STEP avec le volume annuel d'irrigation. Nous réalisons ainsi le solde $V_{STEP} - V_{Irrig}$. Lorsque le solde est positif (plus d'eau disponible que nécessaire), les communes sont en vert (de plus en plus foncé lorsque ce solde augmente). Lorsque le solde est négatif (volumes d'irrigation supérieurs aux volumes de STEP), les communes sont colorées en rose (de plus en plus foncé à mesure que ce solde diminue). Enfin, les communes irriguées ne présentant pas de STEP avec réseau séparatif sur leur domaine apparaissent en jaune. Pour améliorer la lisibilité, les limites départementales ont été représentées et les communes non irriguées ne sont pas apparentes. Notre démarche nous a permis d'aboutir à la carte ci-dessous :

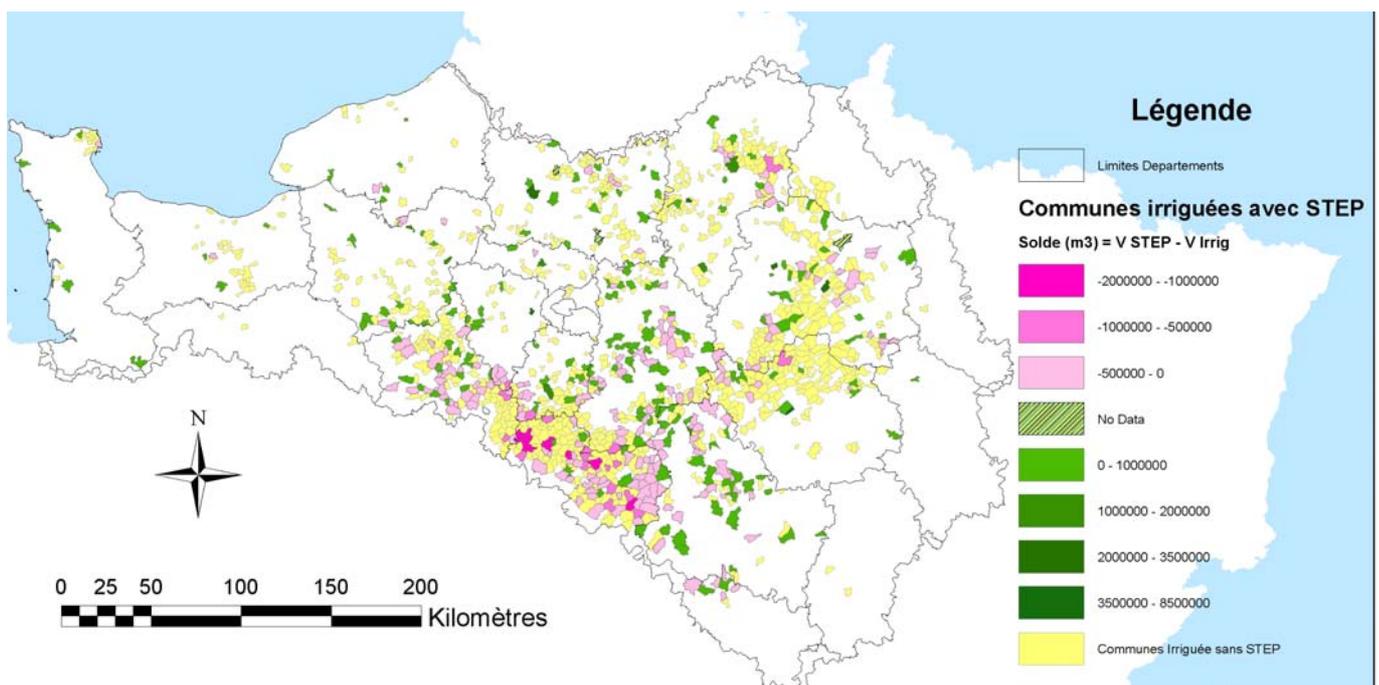


Illustration n°7 : Carte des communes irriguées du bassin SN possédant une STEP sur leur domaine et soldes volumétriques associés

La différence visuelle verte/rose permet de bien distinguer les communes où l'eau disponible par cette ressource alternative sera en excès ou plutôt limitante par rapport à l'irrigation pratiquée sur la commune. Le logiciel ArcGIS nous permet au-delà de la réalisation de cette carte d'exporter des tableaux listant toutes les communes concernées avec les volumes correspondants.

Cette carte signale les communes où se trouvent les STEPs. Cette même carte peut être immédiatement disponible pour les communes où se situent les exutoires de chaque STEP, qui sont selon nous aussi aptes à rendre cette eau disponible pour un usage d'irrigation agricole. Pour cela, il faut utiliser les cartes créés et enregistrés sous le logiciel ArcGIS lors de cette étude géographique.

Discussion sur les choix effectués :

Comme nous l'avons vu dans la première partie, la distance entre les lieux de production des eaux usées et des lieux d'utilisation de cette eau pour l'irrigation constitue un véritable facteur limitant. Nous avons rencontré des projets de ce type où les réseaux de canalisations atteignaient au maximum une quinzaine de km au total, mais l'éloignement maximal des parcelles irriguées au bassins de stockage dépassait rarement les 5 km. Cette distance constitue à peu près l'ordre de grandeur du rayon d'une commune. C'est pourquoi nous n'avons sélectionné dans notre analyse géographique que les communes irriguées où se trouvaient une STEP ou un exutoire. Cette hypothèse est donc un peu minimaliste. En effet, on imagine bien qu'une STEP se trouvant sur une commune A à la frontière d'une commune B irriguée qui n'en possède pas, pourra aussi bien fournir de l'eau à la commune B qu'à la commune A. Or notre démarche ne permet pas de valider cette commune B. C'est pourquoi une analyse plus fine à l'échelle de chaque STEP serait intéressante.

Nous proposons dans les points suivants une analyse approfondie réalisable à partir de cette carte, ainsi que les possibilités de raisonner différemment cette analyse géographique.

2. Approfondissement local des résultats de l'analyse des possibilités de réutilisation des eaux usées urbaines

2.1 Différences de localisation des STEP et de leurs exutoires et conséquences

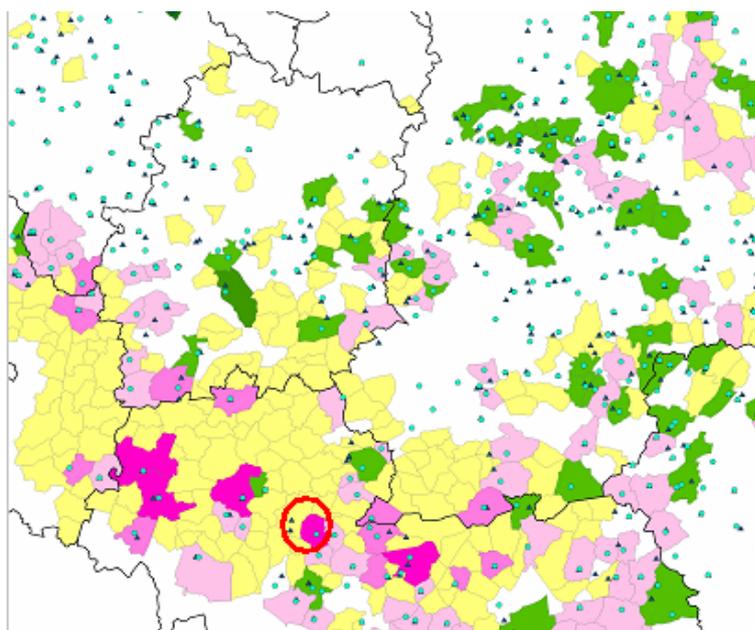


Illustration n°8 : Zoom de la carte précédente au niveau du Loiret.

Autres zooms disponibles en Annexe 8

Nous vous présentons ici un zoom de la partie sud (Loiret) de la carte précédente auquel nous avons rajouté les points correspondants aux STEP (disque bleu fluo) et les points des exutoires de STEP (triangle bleu foncé). La légende est la même, c'est-à-dire que les communes irriguées retenues (verts et roses) sont celle qui possèdent une STEP sur leur domaine (et non pas l'exutoire). Or, nous constatons que certaines communes irriguées (en jaune) possèdent des exutoires de STEP (triangle) et ne sont pas retenus dans notre analyse. C'est le cas d'une commune irriguée se situant dans le cercle rouge et qui présente deux exutoires de STEP sur son domaine. Cette commune pourrait tout à fait être recevable dans notre raisonnement. De plus, ce cas n'est absolument pas isolé. C'est pourquoi, une analyse locale plus poussée mérite d'être effectuée.

2.2 L'analyse spatiale à l'échelle des communes permet d'étendre les perspectives de développement de ces projets

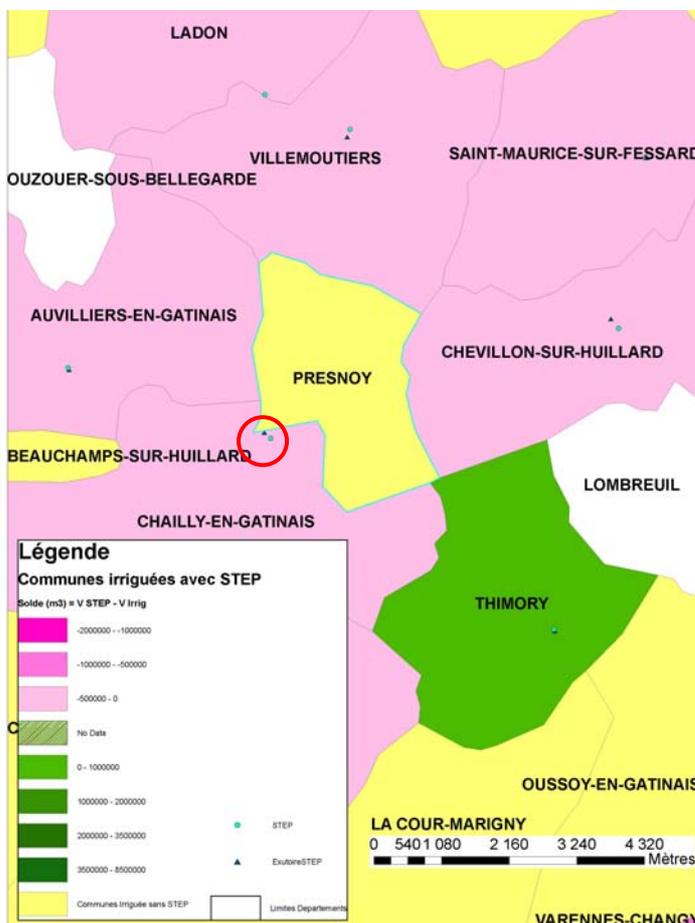


Illustration n°9 : Carte des communes recevables pour les projets STEP - cas de la commune de Presnoy, Loiret

A présent, nous ne raisonnons plus à partir du critère STEP ou exutoire, mais uniquement à l'échelle des communes irriguées voisines.

Nous constatons sur la carte ci-contre que 5 communes irriguées possédant une STEP sur leur domaine entourent la commune de Presnoy (Loiret). Une de ces communes (Thimory) possède en plus un solde ($V \text{ STEP} - V \text{ irrig}$) positif. Nous pouvons donc imaginer que certaines parcelles de la commune de Presnoy (notamment en périphérie) pourrait bénéficier de l'eau produite par les STEP voisines pour son irrigation. En outre, nous constatons que la STEP de la commune de Chailly-En-Gatinais (cercle rouge) se trouve à la frontière communale avec Presnoy. Cette situation spatiale est un nouvel argument permettant de supposer que la commune de Presnoy pourrait être sélectionnée dans notre analyse géographique.

Encore une fois, ce type de situation n'est pas isolé. Il semble donc intéressant de consulter cette carte lorsqu'un projet est susceptible de se monter afin de visualiser facilement quelles sont les STEP et les communes (voire les parcelles) susceptibles d'être sollicitées.

3. Pistes d'études complémentaires et d'améliorations possibles de l'étude cartographique pour les projets de réutilisation des eaux usées urbaines de STEP

Tout d'abord, il est possible d'améliorer nos hypothèses initiales. Connaissant le type de traitement des eaux et des boues pour chaque station, l'estimation d'un taux d'abattement pour chacune d'entre elles est tout à fait réalisable. Ceci permettrait de réduire l'approximation des volumes réellement rejetés par STEP, qui se base actuellement sur 100% de conservation des volumes rejetés par les communes.

Ensuite, une carte supplémentaire pourrait être réalisée sans distinguer les points des STEP et d'exutoires. Cela permettrait de sélectionner toutes les communes qui géographiquement pourraient bénéficier facilement de ces eaux usées traitées, et ainsi éviter d'exclure certaines communes où se trouve ni STEP, ni point d'exutoire selon la carte considérée. Le risque dans ce raisonnement est de compter deux fois les volumes d'eau rejetés par les STEP.

En conservant le raisonnement à l'échelle communale, nous pourrions modifier notre critère de sélection des communes recevables, en considérant l'existence ou non de STEP dans les communes voisines.

Dans notre démarche, nous avons exclusivement travaillé au niveau communal car nos données s'y prêtaient bien. Finalement, les frontières des exploitations agricoles ne respectent pas forcément ces limites administratives et on peut donc se demander si cette approche est la plus judicieuse. C'est pourquoi, nous proposons donc ici une piste tout à fait possible d'amélioration de cette analyse cartographique, que nous n'avons pas eu le temps d'exploiter. Néanmoins, il est important de souligner que la méthode que nous allons expliciter ci-dessous ne pourrait pas être réalisée complètement. En effet, nous ne possédons pas de données précises sur la localisation des parcelles irriguées et les besoins en irrigation nous ont été fournis à l'échelle communale qui n'est plus adéquate ici. A partir de la couche des points de STEP et/ou des exutoires, nous pouvons réaliser un « buffer » (« zone tampon ») sur l'outil ArcGis qui consiste à balayer un disque d'un rayon déterminé autour des points considérés. Ce rayon pourrait être de l'ordre de 5 km (ou moins). En effet, selon les enquêtes réalisées il s'agit d'une distance d'acheminement de l'eau importante mais réaliste. Bien sûr nous ne pouvons pas considérer les aléas topographiques qui pourraient localement réduire ou agrandir cette distance. Ceci nous permettrait d'obtenir une carte plus précise des zones recevables pour ce type de projet sans se soucier des limites communales.

C. Possibilités locales de réutilisation des eaux de drainage

1. Corrélation géographique entre communes irriguées et surfaces drainées

Données disponibles

Les données mises à notre disposition étaient :

- Les données du RGA 2000 (drainage_cantons.xls) contenant pour chaque canton du bassin (échelle communale inexistante), les surfaces drainées et le nombre d'exploitations pratiquant le drainage par un réseau de drains enterrés.

- Les données météorologiques : bassin découpé selon une grille rectiligne, avec un fichier « txt » de données par maille. Chaque fichier contient notamment les données journalières de précipitation et évapotranspiration extrapolées pour chaque maille de la grille, à partir des stations Météo France et d'une modélisation météo, ce entre le 1^{er} janvier 1996 et le 31 décembre 2001.

Méthodologie

Tout d'abord, nous avons jugé plus pertinent de travailler avec les données de surfaces drainées qu'avec celles du nombre d'exploitations ayant des parcelles drainées. En effet ces dernières ne permettent pas d'estimer les volumes d'eau récupérables, données que nous cherchions à obtenir en fin de raisonnement. De plus, le fait qu'il y ait ou non beaucoup d'exploitants pratiquant le drainage n'était pas déterminant dans l'éventuelle mise en place de projets d'utilisation de ces eaux à l'échelle d'un territoire, au contraire des surfaces concernées qui vont être proportionnelles aux volumes d'eaux drainées récupérables.

Nous avons donc voulu réaliser une carte des surfaces drainées que l'on puisse superposer à celle des communes nécessitant de l'eau pour irriguer. Le problème était que ces surfaces nous étaient données par canton. Nous avons donc du réaliser la couche des cantons du bassin. Pour cela, nous avons utilisé la base de donnée des communes de France de l'INSEE afin d'ajouter le champ numéro de canton pour chaque commune de la carte. Nous avons du retravailler ce code canton, afin qu'il corresponde à celui de la table du drainage par canton fournie par l'agence. Nous avons ainsi pu fusionner les polygones des communes d'un même canton pour réaliser cette couche des cantons du bassin SN.

On obtient finalement la carte suivante :

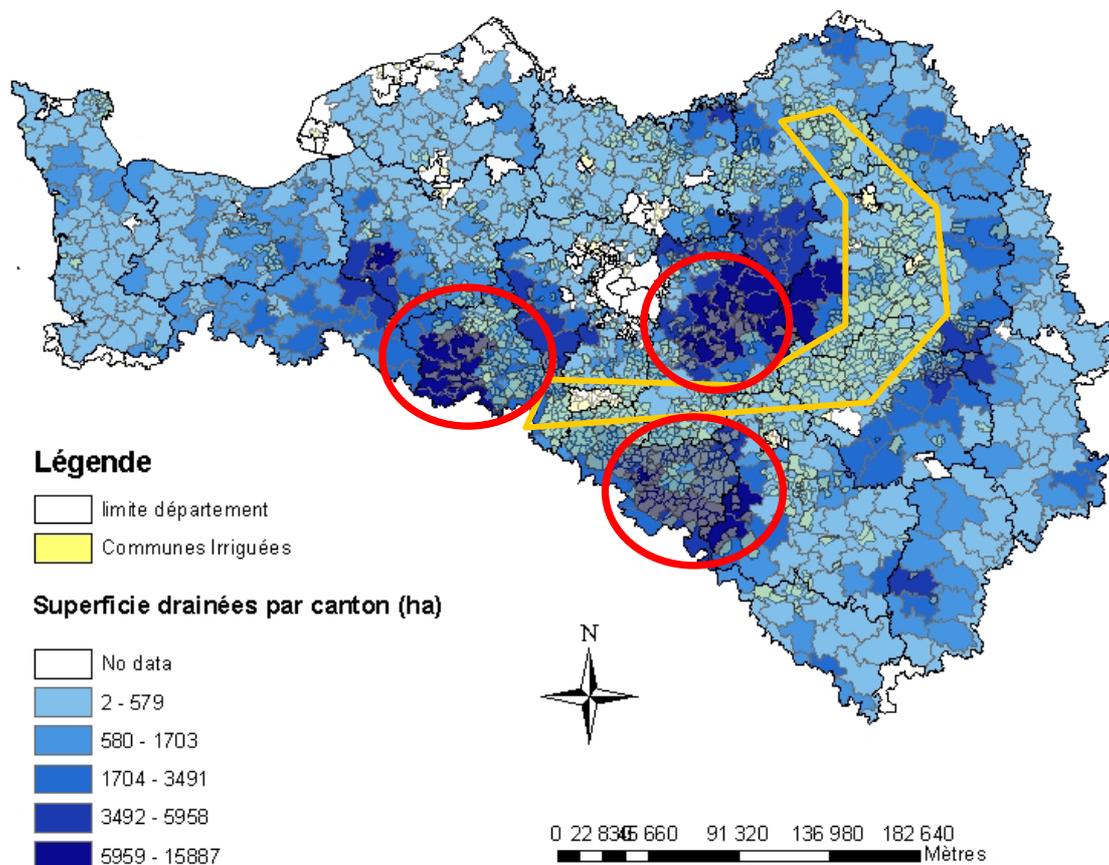


Illustration n°10 : Corrélation géographique Surfaces drainées – Communes irriguées
Zooms disponibles en Annexe 7

de cette maille sont représentatives du climat global du canton. On peut donc généraliser les données météo de la maille au canton dans son ensemble.

Détail du calcul et résultats :

Pour chaque date, on calcule la valeur « P – ½ ETP » (P : précipitations, ETP : évapotranspiration) en mm. Cette valeur est l'approximation moyenne généralement effectuée de la quantité d'eau drainée sur sol nu. Ces volumes ne sont calculés que pour la période hivernale (novembre – mars) pendant laquelle les précipitations sont relativement assurées et régulières. Cette hypothèse maximise la quantité d'eau drainée.

Ces valeurs sont ensuite sommées par mois, ce qui nous donne les hauteurs d'eau maximales récupérables chaque mois d'hiver. Ces résultats mensuels sont ensuite moyennés sur les 5 ans. Enfin, on multiplie ces hauteurs d'eau moyennes par la surface drainée dans le canton (ici 9472 ha), ce qui nous donne les volumes d'eau maximaux récupérables par drainage.

On obtient finalement le tableau suivant :

Somme P-1/2ETP (mm)	1996-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001	Moyenne P-1/2ETP sur 5 ans (mm)	Hauteur moyenne récupérable en période de stockage (m)	Volume max récupérable sur surfaces drainées en période de stockage (m ³)
novembre	69,58	44,64	22,405	23,675	65,78	45,22	0,04522	4282954
décembre	31,84	56	57,125	125,09	79,685	69,95	0,06995	6625569
janvier	-4,82	64,68	27,62	6,675	64,06	31,64	0,03164	2997225
février	59,97	-12,46	27,15	40,825	14,805	26,06	0,02606	2468214
mars	-28,39	-5,35	3,965	6,155	91,975	13,67	0,01367	1294822

Tableau n°1: Volumes mensuels d'eau récupérables par drainage sur le canton de Coulommiers

Soit un volume total moyen sur la période hivernale équivalent à 17,67 millions de m³ d'eau.

Ce chiffre est à comparer avec les besoins annuels en irrigation dans le canton de Coulommiers de 143 807 m³ répartis sur les 6 communes pratiquant l'irrigation, soit un volume 100 fois moindre.

Ce rapport n'est valable qu'au regard de l'hypothèse peu réaliste selon laquelle on récupère 100% des volumes d'eau de pluie non évaporés. En réalité le système de drains est loin d'être aussi efficace. En outre, il serait même néfaste de court-circuiter l'intégralité de ces eaux dans la mesure où cela supposerait un rechargement nul d'une nappe située en profondeur.

Le Cemagref conseille de façon tout à fait indicative de ne pas prélever un volume supérieur à 20% du volume drainé.

Cependant, même en considérant que l'on ne récupère en retenue que 10% du volume d'eau non évaporé (approximé par la somme de P-1/2ETP), le volume d'eau disponible selon nos calculs serait de 1 767 000 m³, soit toujours 10 fois plus que les besoins en irrigation du canton.

En conclusion, il apparaît, dans le cas spécifique du canton étudié, que les volumes d'eau potentiellement récupérables par drainage ne sont pas limitants et pourraient théoriquement subvenir aux besoins pour l'irrigation.

D. Possibilités locales de réutilisation des eaux de pluie. Exemple de la culture sous serre

Une des voies possibles et réalisables d'utilisation directe des eaux de pluie pour l'irrigation agricole est la récupération de l'eau qui tombe sur les abris dans le cas des cultures essentiellement maraîchères. Les dispositifs à mettre en place ne sont pas très lourds aux niveaux technique et économique. Nous avons choisi d'illustrer un exemple précis de récupération des eaux de pluie dans le cas d'une culture sous-serre que nous détaillerons par la suite.

Pour réaliser cette étude, les données climatiques fournies par l'agence sont nécessaires. Il s'agit comme dans le cas du drainage de sélectionner une maille (8km* 8km) correspondant à des données météorologiques locales sur la grille qui recouvre intégralement le bassin Seine-Normandie (voir petit carré en bleu sur les cartes ci-dessous). Pour chacun des cas, des données sont disponibles sous forme de fichier txt.

Afin de choisir notre maille (ou carré), nous avons réalisé quatre cartes à partir de données fournies par l'agence sur chaque bassin d'irrigation du bassin. Nous vous les présentons ci-dessous.

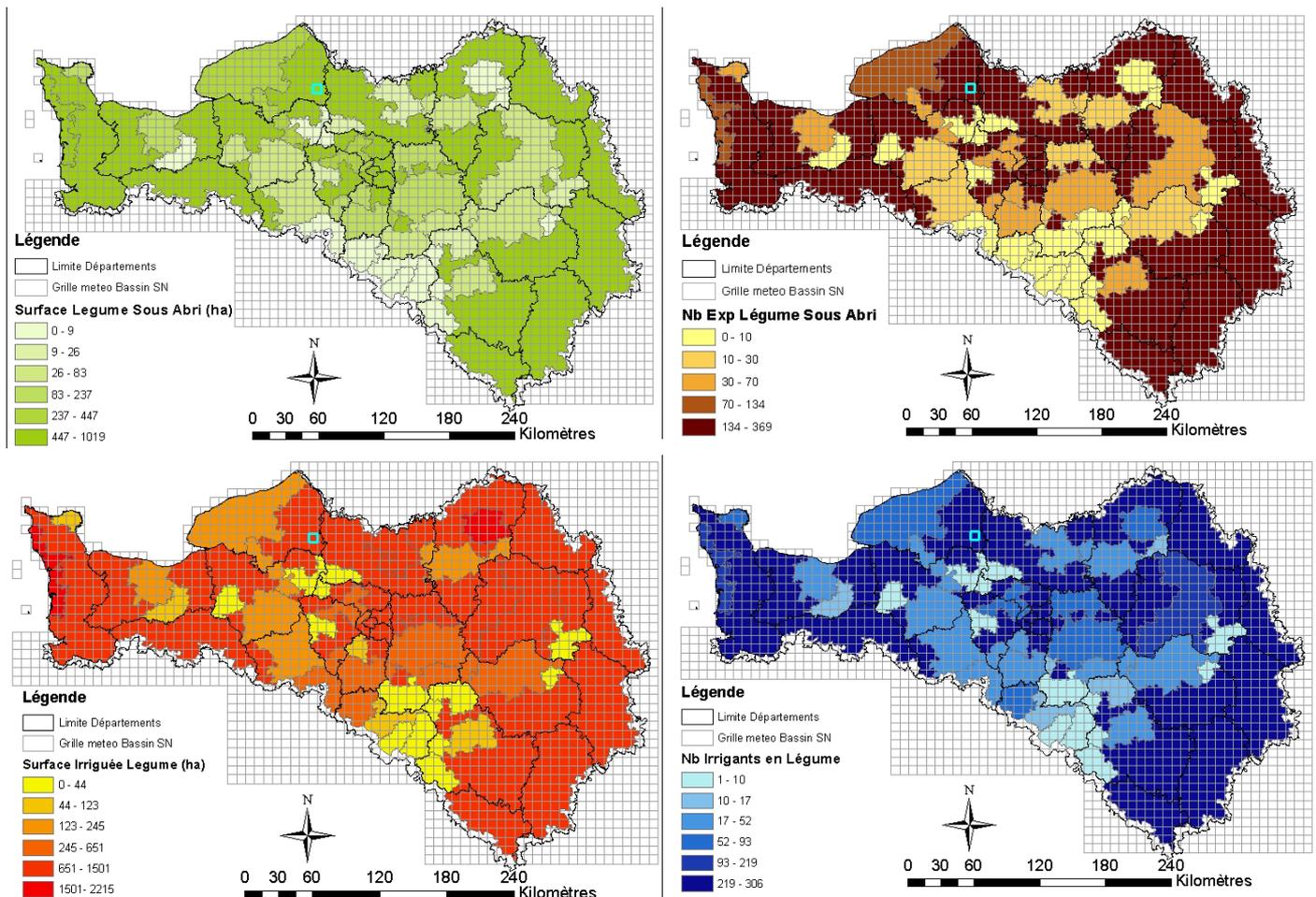


Illustration n°12 : Cartes du bassin Seine Normandie montrant (source RGA 2000) : les surfaces cultivées en légumes sous abris (ha) en vert, le nombre d'exploitations produisant des légumes sous abris en marron, les surfaces irriguées en légumes (ha) en rouge et le nombre d'irrigants en légumes en bleu

Nous avons choisi la maille (entourée en bleu fluo) correspondant au canton de Gournay (76). En effet, cette maille correspond à des valeurs maximales pour les critères surfaces cultivées en légumes sous abris (ha), nombre d'exploitations produisant des légumes sous abris, surfaces totales irriguées en légumes (ha) et nombre d'irrigants en légumes. Nous estimons que dans ces zones à forte production maraîchère, pour la plupart irriguée et à plus forte concentration de culture sous-abri, la probabilité d'une substitution d'irrigation d'un producteur sous serre classique vers la récupération d'eau de pluie serait la plus élevée.

Plusieurs entreprises proposent des techniques de récupération de l'eau de pluie à partir du réseau de gouttières. Lors des enquêtes réalisées, nous avons vu des dispositifs très simples à mettre en place atteignant un volume de 400 m³ de stockage et d'autres un peu plus complexes atteignant 600 m³.

Nous posons les hypothèses suivantes. Un agriculteur maraîcher possède dans le canton de Gournay une serre de 43 ares soit 4300 m² (surface moyenne Île-de-France, données Agreste mars 2006). Cet agriculteur possède une réserve de stockage fermée pour ses eaux de pluie de toiture (évaporation nulle). Nous considérons ici que l'intégralité de l'eau qui tombe sur le toit est collectée dans le réservoir qui possède un trop plein de sécurité.

Mois	Pluie (mm)	Volume Collectée en m ³
janvier	55	238
février	59	255
mars	52	222
avril	77	333
mai	62	267
juin	52	225
juillet	85	366
août	60	259
septembre	73	315
octobre	85	365
novembre	80	345
décembre	82	351
Cumul Annuel	823	3540

La pluie a été calculée en réalisant une moyenne mensuelle sur les données fournies par l'Agence sur cette maille (de 1996 à 2001).

Le volume collecté est tout simplement le produit de la surface (4300 m²) par la hauteur d'eau tombée sur la toiture.

Les calculs sont résumés dans le tableau ci-contre.

Nous constatons que le volume total mensuel ne dépasse pas le volume de stockage du réservoir (600 m³). En imaginant que l'agriculteur ait besoin mensuellement de l'intégralité de l'eau de pluie tombée, on constate que les dimensions des cuves existantes sont suffisantes.

Les ordres de grandeur semblent satisfaisants en tout cas pour la réalisation d'un tel projet.

Tableau n°2: Volume collecté par la toiture d'une serre

Les volumes d'eau disponibles semblent importants par rapport à cette petite surface (0,43 ha).

Il nous a semblé intéressant de comparer ces données avec les besoins potentiels d'une culture légumière. Pour se donner un ordre d'idée, nous pouvons imaginer une culture sous-serre de tomate (demande élevée en eau). Nous avons trouvé dans la littérature des données nous permettant d'illustrer cette exemple (source PNTTA). Nous raisonnons sur la base d'un cycle de 9 à 10 mois et d'une densité moyenne de 18.000 plants/ha. Les besoins en eau de la tomate sous-serre conduite en irrigation goutte à goutte sont de l'ordre de 7.000 m³/ha. Pour notre serre de 0.43 ha, nous aurons donc besoin au cours de ces 9 mois d'un volume de 3010 m³ (de début août à fin avril). Ce besoin est globalement en accord avec le volume récupérable pendant ces mois de 2680 m³ auquel on peut ajouter le volume de la cuve pleine au départ (600 m³). Les besoins pour les cultures varient selon le stade de développement. On pourrait

imaginer que l'agriculteur dispose de deux grosses cuves lui permettant de gérer au mieux, grâce à cette réserve, les mois pour lesquels les volumes d'eau de pluie récupérée et les besoins nécessaires pour les cultures ne concordent pas.

Bien sûr ces chiffres sont à prendre avec beaucoup de précaution et ne donnent qu'un ordre de grandeur de réflexion. Un raisonnement à l'échelle mensuelle s'imposerait pour plus de précision. On considère de plus que toute l'eau qui atteint le toit peut être stockée ce qui semble peu probable et que l'eau du mois va être directement consommée puis rechargée. D'autre part, les besoins vont fortement varier en fonction des conditions pédo-climatiques et il est donc difficile de donner un cas général. Il ne faut pas voir ces calculs comme démonstration de l'efficacité d'un tel projet, mais plutôt comme la possibilité de visualiser des ordres de grandeur de volumes d'eau disponibles et de besoins.

Pour conclure, il semble donc que l'installation d'un projet de ce type soit possible, sous certaines conditions, et avec toujours la possibilité d'installation de plusieurs cuves selon les besoins et les possibilités d'investissement.

CONCLUSION

Les possibilités d'utilisation de trois ressources alternatives en eau pour l'irrigation agricole (eaux usées, eaux de drainage, eaux de pluie) ont été exposées dans cette étude. Nous avons constaté qu'une grande diversité de modalités de mise en oeuvre des projets existait dans le cas de la réutilisation des eaux usées provenant aussi bien de stations d'épuration urbaines qu'industrielles. Des projets de récupération d'eau de drainage par retenue collinaire et de récupération d'eau de pluie tombant sur les toitures des maraîchers produisant sous abri, existent. Les 3 types de ressources alternatives semble en principe tout à fait exploitables.

L'Agence de l'eau s'interroge sur les impacts respectifs des différents projets avant de prendre des décisions quant à leur éventuel financement. La synthèse réalisée dans ce rapport sur les avantages et inconvénients des différents types d'utilisation de ressources alternatives en eau, ainsi que des leviers et freins qui leurs sont associés, a été réalisée à partir d'études de cas existants. Elle a pour but de faire le point sur les diverses avancées et de faciliter la prise de décision de l'Agence de l'eau par rapport à ces financements. Le principal frein au développement de projet de réutilisation des eaux usées apparaît être la qualité très élevée de l'eau qui va être exigée dans le prochain texte réglementaire. Un des principaux leviers pour ce type de projet consiste en un important travail de communication et de sensibilisation afin de faire évoluer les visions négatives de ces pratiques dans l'esprit du public et des agriculteurs eux-mêmes. En ce qui concerne la récupération des eaux de drainage ou des eaux de pluie, le potentiel d'abattement notamment en nitrates des retenues collinaires peut être mis en valeur pour promouvoir ce type d'aménagement.

Afin d'entrevoir les possibilités d'implantation de projets de ce type dans le bassin Seine-Normandie, une étude essentiellement géographique a été réalisée. Les communes pratiquant l'irrigation qui étaient susceptibles de disposer d'eaux usées provenant de stations d'épuration urbaines ont été identifiées. D'autre part, une carte des surfaces drainées par canton a permis d'identifier 3 zones où l'irrigation et le drainage sont tous deux importants. Une étude volumétrique plus poussée a été réalisée à l'échelle cantonale. Enfin, la modélisation d'une culture sous serre irriguée à partir d'eaux de pluie récupérées sur toiture a été réalisée dans un canton du bassin, à partir de données météorologiques.

Tous ces types de projet pourraient potentiellement se mettre en place dans le bassin Seine-Normandie et ainsi contribuer à diminuer la pression exercée sur certaines zones en tension quantitative. Néanmoins, ils présentent tous un certain nombre d'avantages et d'inconvénients qui les rendent au final très complexes. Par ailleurs, la pertinence de la substitution d'une ressource par une autre n'a de sens que dans un contexte particulier (hydrologie de la zone, acteurs en présence, distance entre les lieux de production de la ressource et lieux d'irrigation, réglementation locale, etc.). C'est pourquoi les alternatives exposées dans cette étude ne sont pas des solutions « miracles » et les décisions de financement de projets de substitution devront être étudiées au cas par cas.

BIBLIOGRAPHIE

- Rapport papier 1 : Bilan-Etat des lieux – 2004 – L’irrigation sur le bassin Seine-Normandie (AESN)
- Rapport papier 2 : L’irrigation sur le bassin Seine-Normandie . Etat des lieux et perspective (AND International)
- Rapport papier 3 : L’irrigation sur le bassin Seine-Normandie . Etat des lieux et perspective– juin 2006
- Rapport de stage Nicolas Payet intitulé : « Conversion des exploitations agricoles vers des systèmes d'exploitation plus respectueux de l'environnement - analyse des moteurs, motivations et contraintes »
- Pdf : cahier_charges_bassins_versants
- Pdf : carto_BV_pilote
- Pdf : plan_rarete_eau
- Pdf : Rapport_phase2
- Caractéristiques techniques des sites pratiquant la réutilisation agricole des eaux usées en France (Jean Duchemin, AESN)
- Projet d’arrêté de mars 2001 (Jean Duchemin, AESN)
- Powerpoint de présentation de l’association Limagne Noire (Clermont-Ferrand)
- Dossier EARL Gobard (Cemagref)
- Dossier usine Lunor (AESN Sylvie Hubaille)

Sites internet :

http://www.insee.fr/fr/nom_def_met/nomenclatures/cog/cog.telechargement.asp

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/R1106A05.pdf>

<http://www.ecologie.gouv.fr/Les-zones-de-repartition-des-eaux.html>

http://carrefourlocal.senat.fr/divers/regime_juridique_des_eaux_plu/index.html

<http://labaronne-citaf.fr>

<http://www.skywater.fr/>

http://www.sotralentz.net/fr/habitat/article_detail-8.php

<http://www.vulgarisation.net/bul57.htm>

<http://questions.assemblee-nationale.fr/q13/13-2369QE.htm>

www.auvergne.pref.gouv.fr/pdf/gestion_eau/limagne_noire.pdf

REMERCIEMENTS

Nous remercions Virgine Birgand-Planty (AESN), Jérémie Janneau (AESN), Sylvie Hubaille (AESN), François Birgand (Cemagref), Jean Duchemin (AESN), Daniel Berthault (MEDAD), Mr Dubois de la Sablonière (AE), ainsi que toutes les personnes ayant accepté de répondre à nos questions.