

Dix-septièmes journées techniques du Comité Français d'Hydrogéologie
de l'Association Internationale des Hydrogéologues.

« La DCE 10 ans après : une dynamique pour la connaissance et la gestion des eaux souterraines. Avancées techniques et scientifiques »

La gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau sur le territoire du SAGE de la basse vallée de l'Ain

Gaela LE BECHEC

Syndicat de la basse vallée de l'Ain
sbva-glebehec@orange.fr

Cécile HERIVAUX

BRGM – Service Eau
cellule économie de l'environnement
c.herivaux@brgm.fr

Laurence GOURCY

BRGM – service Eau
L.Gourcy@brgm.fr

I. PRESENTATION DU SAGE DE LA BASSE VALLEE DE L'AIN

I.1 Présentation du contexte territorial

La rivière d'Ain prend sa source dans le Jura, sur le plateau de Nozeroy et se jette dans le Rhône au terme d'un parcours de 200 Km.

Dans sa partie amont, l'Ain traverse des gorges profondes (relief karstique) en passant successivement dans 5 retenues artificielles. Le barrage de Vouglans en début de chaîne est le 3^{ème} réservoir artificiel français. Il conditionne tout le fonctionnement hydrologique de la rivière d'Ain.

A partir du dernier barrage (Allement), commence la « basse vallée de l'Ain ». A ce niveau, la rivière coule dans une vaste plaine alluviale avec une pente assez faible. Elle s'étend sur environ 53 Km jusqu'à la confluence avec le Rhône. On retrouve d'ailleurs sur ce secteur des faciès caractéristiques d'un écosystème eaux courantes : une morphologie active caractérisée par un changement fréquent de formes. Cette dynamique crée une diversité de milieux qui regroupent les zones humides comme les bras morts, alimentés par les nappes, et des forêts alluviales. Cette diversité a mené à la création d'un site Natura 2000 « Milieux alluviaux de la basse vallée de l'Ain » qui s'étend tout le long la basse rivière d'Ain.

Le SAGE de la basse vallée de l'Ain commence donc au barrage d'Allement, et s'étend jusqu'à la confluence avec le Rhône, sur 602 Km², soit 16% de la surface totale du bassin versant de l'Ain.

La basse vallée de l'Ain possède un potentiel eau souterraine très important, essentiellement situé dans la nappe alluviale de l'Ain. L'utilisation de cette ressource en eau est actuellement diversifiée avec une part importante pour l'irrigation et l'eau potable.

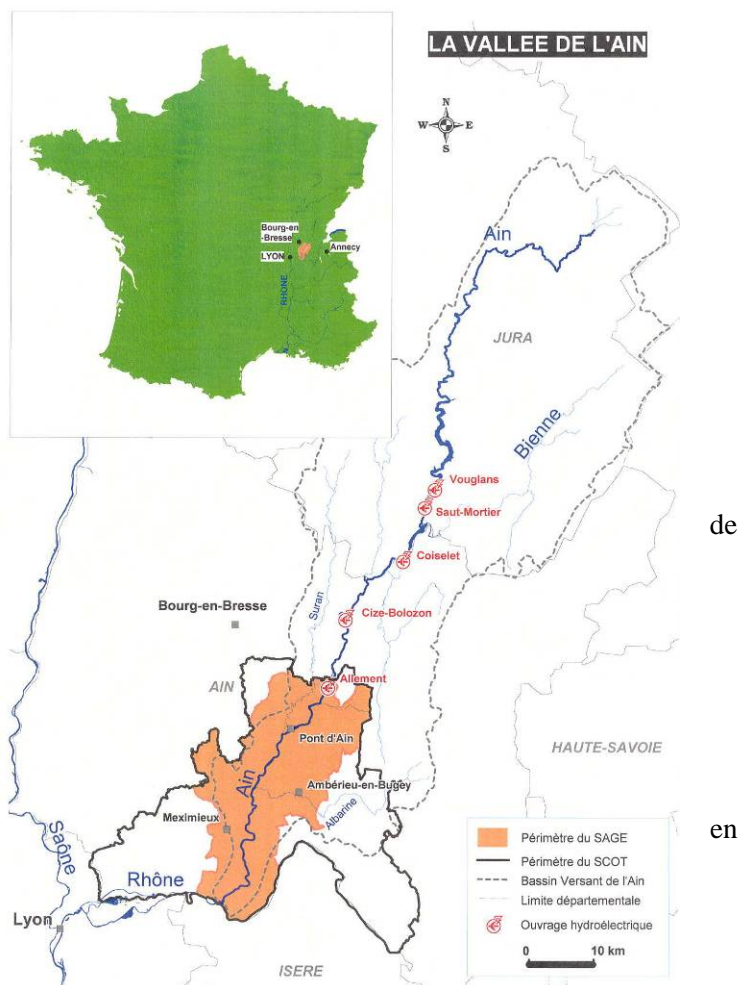


Figure 1 – localisation du SAGE de la basse vallée de l'Ain

I.3 Les problématiques de qualité et quantité sur le territoire du SAGE

La morphologie de la basse plaine de l'Ain est liée à l'activité fluvio-glaciaire de l'ère quaternaire dont les périodes successives ont développé les terrasses alluviales actuellement présentes. Ces terrasses emboîtées d'altitudes différentes correspondent aux différents épisodes glaciaires d'avancées (dépôts morainiques) et de retraits des glaciers (dépôts fluvio-glaciaires) sur la période récente du Würm. Ce remplissage d'alluvions fluvio-glaciaires en terrasses correspond à un matériau bien lavé composé de galets, graviers et sables, conférant ainsi une capacité aquifère importante à ces formations. Les épaisseurs sont variables de 2 à 30 m environ (Burgeap, 2005). Les alluvions récentes forment souvent une bande étroite de part et d'autre des rivières.

Les formations les plus anciennes présentes dans la basse vallée de l'Ain correspondent aux dépôts morainiques subsistant sous forme de collines boisées, subdivisant la plaine alluviale. Assez hétérogènes, ces formations souvent très argileuses et peu perméables sont épaisses de 5 à 15 mètres environ et tapissent parfois le fond de la plaine.

La nappe alluviale de la plaine de l'Ain est très peu protégée par une couverture superficielle. De ce fait, elle apparaît très vulnérable aux pollutions.

La plaine de l'Ain, siège d'une intense activité agricole, présente des valeurs très variables en nitrates (6 à 80 mg/L) et pesticides (1,2 µg/L) dépassant souvent les normes de conformité. (Calipseau, 2008).

On rencontre des teneurs élevées en nitrates et pesticides surtout dans les nappes de terrasses où l'activité agricole est importante.

La nappe d'accompagnement de la rivière d'Ain présente des valeurs relativement faibles. Deux zones atypiques du territoire possèdent de faibles teneurs en nitrates et pesticides. Elles sont identifiées dans le SAGE comme « zones sanctuaires » pour l'AEP.

Les zones très polluées par les nitrates se rencontrent au sud de la vallée, principalement en rive gauche de l'Ain. 27 communes du SBVA sont classées en zones vulnérables nitrates.

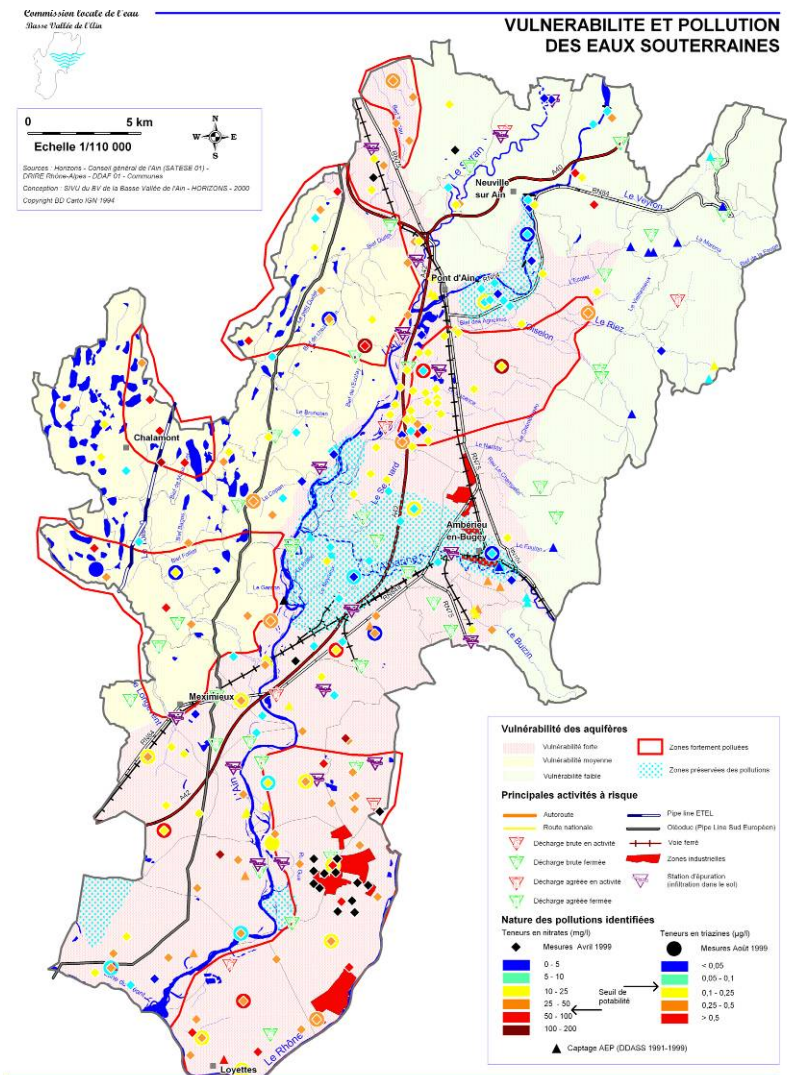


Figure 3 – Qualité des eaux souterraines (SAGE, 2003)

D'un point de vue quantitatif, les usages de l'eau souterraine sont répartis sur la basse vallée de l'Ain comme suit, selon les moyennes des données redevance AERMC entre 1997 et 2007 :

- AEP 34 %
- Industrie 19 %

Agriculture 47 %.

L'aquifère de la plaine alluviale est un réservoir aux fortes potentialités productives, fortement sollicité, présentant localement des baisses de niveau préjudiciables aux milieux naturels en période d'étiage.

En effet, si le bilan global annuel de la ressource en eau souterraine apparaît équilibré à l'échelle annuelle, la concentration de certains prélèvements dans le temps (étiage) et dans l'espace, pour différents usages, peut poser des problèmes liés à une baisse importante de la piézométrie. Ces problèmes peuvent toucher aussi bien la fonctionnalité des milieux aquatiques superficiels associés à la nappe (lônes, zones humides, cours d'eau...) que la satisfaction de l'usage AEP.

En effet, la sécheresse exceptionnelle de l'année 2003 a porté en lumière le rôle fondamental de la nappe dans le fonctionnement du système biologique fluvial de la basse rivière d'Ain (zones refuge pour les poissons, alimentation des milieux annexes, alimentation de la rivière).

Par ailleurs, la basse vallée de l'Ain possède un fonctionnement hydrologique également perturbé par la présence de barrages hydroélectriques. Ainsi, la gestion quantitative de la ressource sur notre territoire n'est pas sans conséquence sur les activités du haut bassin.

I.4 L'intégration de la DCE dans la révision du SAGE et les programmes d'actions

Le SAGE n'a pu, dans sa version approuvée en 2003, intégrer tous les aspects, principalement à cause d'un périmètre non adapté pour aborder les questions quantitatives. Le SDAGE 2009 a pourtant identifié en déséquilibre quantitatif la masse d'eau de la basse vallée de l'Ain.

Pour être en conformité avec la législation et le nouveau SDAGE, le SAGE de la basse vallée de l'Ain doit être révisé. Cette révision doit permettre, en outre, de réintégrer la question de la gestion quantitative des ressources sur notre territoire, et d'intégrer les objectifs de bon état des masses d'eau de la DCE.

En ce qui concerne la basse vallée de l'Ain, en terme d'eau superficielle, l'Ain a un objectif de bon état à l'échéance 2015, et environ la moitié des affluents ont un objectif repoussé à 2021.

En eau souterraine, les alluvions de la plaine de l'Ain ont un objectif de bon état quantitatif fixé à 2015, et chimique repoussé à 2021.

Pour concourir aux objectifs d'atteinte du bon état fixé par la DCE, en plus du SAGE, un programme d'actions a été mis en place à travers le contrat de bassin, signé en 2006 pour une durée de 5 ans. Ce contrat a d'ores et déjà permis de réaliser des travaux permettant l'amélioration de la qualité des eaux, via des programmes de construction/rénovation de stations d'épuration, d'études de réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires, des actions d'amélioration des milieux aquatiques et de leurs annexes.

II. GESTION QUANTITATIVE : ETUDE DE DETERMINATION DES VOLUMES MAXIMUMS PRELEVABLES

II.1 Contexte de l'étude

Une étude a été lancée par la DIREN de bassin au moment de l'élaboration du SAGE pour étudier les différents scénarios de gestion quantitative proposés au SAGE. Cette étude avait pour objectif d'évaluer les conséquences sur l'amont et l'aval du bassin des différentes préconisations, et de proposer des scénarios susceptibles de répondre aux attentes de l'amont et l'aval. Suite à cette étude, un comité technique s'est créé pour établir une « boîte à outils débits » dans laquelle a été recensé l'ensemble des actions déjà expérimentées ou à expérimenter dans le cadre de la cellule d'alerte sur la basse vallée de l'Ain.

Le SAGE a cependant été validé sans le chapitre concernant la gestion des débits.

En 2005, le conseil général de l'Ain lance une étude de modélisation de la nappe alluviale de la plaine de l'Ain, dont l'objectif est d'aider à la mise en place de scénarios de gestion quantitative de la ressource en eau souterraine. Le modèle permet en effet, à l'échelle du territoire, d'évaluer les effets de projets de pompes, ou

de scénarios de réductions des prélèvements sur les niveaux piézométriques de la nappe, mais également sur les échanges nappe/rivière.

Par ailleurs, 2 instances existent :

- la cellule d'alerte : instance de concertation chargée de surveiller l'état écologique de la rivière d'Ain en période d'étiage. Cette instance, sous l'égide du préfet, peut demander des actions telles que lâcher d'eau depuis le barrage de Vouglans, afin de prévenir ou d'enrayer des épisodes de stress et mortalité piscicole.
- le comité de gestion de l'étiage : chargé de surveiller les niveaux des cours d'eau du département de l'Ain (à l'exception de la rivière d'Ain) et de faire appliquer des restrictions selon un arrêté cadre. Seules les nappes d'accompagnement des cours d'eau (15 m de part et d'autre du cours d'eau) sont prises en compte. La nappe alluviale de la plaine de l'Ain n'est pas intégrée à ce dispositif. Pour autant, les suivis réalisés sur le territoire sont portés à la connaissance de ce comité, et des restrictions peuvent être décidées par le Préfet.

La basse vallée de l'Ain a été identifiée comme zone en déséquilibre quantitatif sur laquelle des actions relatives aux prélèvements, et plus largement à la modification anthropique du régime hydrologique et hydrogéologique, ont été identifiées dans le programme de mesures du SDAGE comme étant nécessaires à l'atteinte du bon état et du bon potentiel.

II.2 Objectifs

L'étude des volumes maximums prélevables a pour objet la détermination, à l'échelle d'une année hydrologique, des volumes maximums prélevables et des débits d'objectifs pour les masses d'eau souterraine et superficielle classées en déficit quantitatif, et les propositions en terme de gestion quantitative pour la révision du SAGE, qui seront ensuite discutées en CLE et dans une instance de concertation entre l'Ain et le Jura.

II.3 Déroulement – phasage

L'étude comporte plusieurs phases :

- Phase 1 : caractérisation des sous-bassins et aquifères et recueil de données complémentaires
- Phase 2 : bilan des prélèvements existants et analyse de leurs évolutions
- Phase 3 : impact des prélèvements et quantification des ressources existantes
- Phase 4 : détermination des débits minimum biologiques et objectifs de niveau de nappe

Cette phase vise à définir un Débit minimum biologique, qui ici sera traduit en régime biologique minimum afin de tenir compte des saisonnalités d'évolution de la ressource en eau et des cycles biologiques des différentes espèces cibles de la rivière d'Ain. Des niveaux piézométriques d'alerte et niveaux piézométriques de crise renforcée seront proposés. Des débits d'objectif d'étiage et débit de crise renforcée seront également proposés. L'ensemble de ces valeurs sont amenées à être discutées en comité de pilotage et en CLE afin de concilier les besoins des milieux aquatiques et les usages liés aux activités humaines.

- Phase 5 : détermination des volumes prélevables
- Phase 6 : proposition de répartition des volumes entre les usages et en fonction des enjeux territoriaux.

II.4 Les particularités territoriales

La difficulté sur notre territoire réside dans le périmètre de l'étude. En effet, la détermination des volumes prélevables devra se faire sur les masses d'eau de la basse vallée de l'Ain, cependant, l'hydrologie et l'hydrogéologie sont en partie influencées par l'amont du bassin et les aménagements hydroélectriques. Cette particularité amène à reconsidérer les débits naturels reconstitués en l'absence des barrages, et ainsi à définir les prélèvements liés à l'activité hydroélectrique (déplacement de masse d'eau dans le temps).

Par ailleurs, la rivière d'Ain et sa nappe d'accompagnement sont intimement liées, et les échanges nappe/rivière jouent un rôle prépondérant sur l'écologie de la rivière, et la gestion en période de fort étiage (les zones de résurgences phréatiques constituent des zones refuges pour les poissons, et apportent de la fraîcheur à la rivière).

Du fait des mortalités observées ces dernières années (durant les années chaudes et sèches) sur la rivière d'Ain et des faibles précipitations de printemps amenant des niveaux de nappe plutôt bas, malgré une bonne réactivité et recharge de celle-ci, des tensions existent entre les différents usagers de la ressource en eau. Notamment avec

l'agriculture, forte consommatrice d'eau en période d'étiage pour les besoins en irrigation du maïs, bien qu'une partie de l'eau utilisée sur le sud du territoire provienne d'un prélèvement au Rhône, et non dans la nappe alluviale.

II.5 L'intégration au SAGE

Les résultats de cette étude seront utilisés dans le cadre de la révision du SAGE. Les propositions de répartition des volumes prélevables serviront de base à la discussion en CLE afin de fixer, dans la concertation, des règles de gestion quantitative de la ressource en eau qui puisse concilier l'ensemble des usages et de tenir compte des contraintes du bassin amont.

III. GESTION QUALITATIVE : CARACTERISATION DE L'INERTIE DES SYSTEMES AQUIFERES VIS-A-VIS DES APPORTS DIFFUS D'ORIGINE AGRICOLE : APPLICATION A L'AQUIFERE DE LA PLAINE DE L'AIN

III.1 Contexte de l'étude et partenariats

La surveillance accrue de la qualité des eaux souterraines depuis plusieurs années a mis en évidence, en France, des contaminations significatives des aquifères par les nitrates et/ou les produits phytosanitaires d'origine agricole.

Le principal objectif fixé par la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) est que les masses d'eau présentent, d'ici 2015, un bon état quantitatif et qualitatif. La Directive impose ainsi aux Etats Membres, non seulement de caractériser le niveau de contamination des eaux souterraines, mais aussi d'étudier les tendances d'évolution des concentrations des polluants. Les Etats Membres doivent aussi mettre en place un programme d'actions afin d'atteindre le bon état. Au sein du bassin RMC, 20% des masses d'eau sont classées en risque de non atteinte du bon état écologique (RNABE) pour des raisons de pollutions diffuses d'origine agricole (nitrates, pesticides). Aux difficultés de mise en œuvre de programmes d'actions permettant de retrouver une qualité des eaux convenable, se surimpose le problème de l'inertie des hydrosystèmes comprenant une composante « eaux souterraines » significative. En effet, même si les pressions anthropiques redevenaient nulles dès à présent, l'existence d'un stock de solutés (nitrates, phytosanitaires) dans les sols, la zone non saturée et les aquifères, ne permettrait pas un retour instantané à une eau de bonne qualité (tant au sein des aquifères concernés qu'au sein des eaux de surface alimentées par ces aquifères).

Un verrou et une question scientifique majeure auxquels il convient de répondre est donc la détermination du temps de réponse des hydrosystèmes à des modifications des pratiques (programmes d'actions et de mesures notamment), en particulier pour les hydrosystèmes comprenant une composante souterraine significative. Cette quantification du temps de réponse requiert, outre la quantification des stocks au sein de ces différents compartiments (sols, zone non saturée, aquifères), l'évaluation des flux et de la vitesse de transfert de l'eau et des solutés associés en leur sein.

Deux approches complémentaires, utilisation des CFCs et modélisation, ont été mises en œuvre pour permettre, outre l'amélioration des performances des modèles hydrogéologiques, la validation de l'utilisation de ces nouveaux traceurs dans différents contextes hydrogéologiques.

La question de l'acceptabilité (et de fait de la faisabilité) des mesures envisagées, notamment par la profession agricole, requiert le couplage de ces approches hydrogéologiques avec une méthodologie d'évaluation socio-économique de cette question.

Le projet de recherche financé par le BRGM et l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse s'est doté d'un comité technique de pilotage comportant le SBVA, l'ASIA, la chambre d'agriculture de l'Ain et Rhône-Alpes, le Conseil Général de l'Ain, Arvalis, DREAL Rhône-Alpes, Agridev et DDT de l'Ain.

III.2 Objectif de l'étude

L'objectif général de ce projet est de développer et appliquer une méthodologie intégrée visant à évaluer l'efficacité environnementale des différentes mesures envisagées dans les programmes d'action DCE de lutte contre les pollutions diffuses d'origine agricole concernant les aquifères alluviaux/fluvio-glaciaires. Cette méthodologie est développée sur la partie sud de l'aquifère de la plaine de l'Ain, zone la plus affectée par les pollutions diffuses exercées par les nitrates.

« La DCE 10 ans après : une dynamique pour la connaissance et la gestion des eaux souterraines. Avancées techniques et scientifiques »

La méthodologie proposée repose sur le couplage de deux approches :

- Une approche hydrogéologique basée sur la caractérisation géochimique des eaux et une modélisation quantitative et qualitative.
- Une approche économique visant à construire des scénarios tendanciels de l'agriculture de la plaine de l'Ain, à sélectionner des programmes de mesures coûts-efficace de lutte contre la pollution diffuse par les nitrates (scénarios d'action) et à évaluer leur acceptabilité.

Il est également nécessaire de permettre la mise en place d'une méthodologie transposable sur d'autres territoires et d'être en mesure d'apprécier l'impact sur la connaissance des phénomènes de la dégradation de l'information.

III.3 Pourquoi le choix de l'aquifère de la plaine de l'Ain

Les aquifères alluviaux/fluvio-glaciaires sont bien représentés au sein du district RM&C. Du fait de leurs caractéristiques géomorphologiques et pédologiques, ils sont soumis, de longue date, à de fortes pressions agricoles. Parmi ceux-ci, l'aquifère de la plaine de l'Ain dispose d'un état de connaissances important. Il a notamment fait récemment l'objet d'une modélisation hydrogéologique quantitative. Par ailleurs, il dispose d'une structure de gestion dédiée (SBVA) et a fait l'objet d'un SAGE.

III.4 Les différentes phases du volet hydrogéologique

Ce volet comporte les principales phases suivantes :

1) Réflexion sur l'architecture générale du projet et l'introduction d'une composante socio-économique ; synthèse et interprétation des données existantes, révision du modèle conceptuel de l'aquifère (quantité, qualité), orientations en terme d'acquisition de données complémentaires et de modélisation et reprise des données du modèle quantitatif développé par le Burgéap sous MODFLOW et intégration sous MARTHE, logiciel BRGM permettant notamment d'aborder le transfert de polluants. Cette phase s'est déroulée en 2008.

2) Acquisition de données hydrogéochimiques et en terme de datation des eaux par traçage CFC, SF₆ et tritium. Cette étape consiste à connaître l'état chimique et dynamique de l'aquifère par des prélèvements d'eau et des mesures physico-chimiques à un moment donné. Les études hydrogéochimiques permettent d'obtenir d'autres informations utiles comme les temps de résidence des eaux, temps de transferts et échanges au sein du système aquifère. Ces outils sont d'abord chimiques (éléments dissous majeurs et quelques éléments traces) qui sont nécessaires à l'évaluation de la qualité générale de la nappe et permettent une première estimation des processus géochimiques qui ont lieu au sein de l'aquifère ou en relation avec la rivière et des variations aux changements de concentrations en polluants. Mais l'estimation des tendances et donc des temps de transferts des solutés nécessite, en l'absence de modèles de transports, une bonne estimation des temps de résidence des eaux souterraines ou la datation des eaux souterraines et des solutés associés. Etant données les vitesses de renouvellement de la ressource en eau, les méthodes de datation des eaux « jeunes » sont nécessaires. Les méthodes de datation des eaux d'une tranche 0-50 ans (eaux jeunes) se basent sur des éléments radioactifs (³H) et des gaz dissous dans l'eau (CFC, SF₆).

Cette estimation de la qualité des eaux avec un échantillonnage dense sur la partie sud de l'aquifère alluvial de la plaine de l'Ain a été effectuée en période d'irrigation des cultures (été 2008 et 2009) et a inclus des analyses classiques des paramètres physico-chimiques (NO₃, NO₂, NH₄) et l'estimation des teneurs en certains pesticides par méthode immunoenzymatique dit tests « ELISA ».

3) Acquisition d'autres types de données nécessaires à la reconstruction du modèle hydrodynamique sous MARTHE et à la modélisation pour la période 2002-2005 afin de comparer les résultats. Acquisition de nouvelles données et extension de la période de simulation (période 2002-2008) afin d'améliorer la calibration de ce modèle. Le nouveau modèle hydrodynamique 2D a été présenté au COPIL en 2009 pour validation avant son utilisation pour l'estimation des transferts de nitrates.

4) Développement et réalisation d'une modélisation couplée quantité-qualité : développement d'un couplage du modèle 2D de la zone saturée (MARTHE) avec le modèle global BICHE de calcul d'excédents de nitrates et de

« La DCE 10 ans après : une dynamique pour la connaissance et la gestion des eaux souterraines. Avancées techniques et scientifiques »

leur transfert à travers la zone non saturée (un modèle BICHE par zone homogène de culture et d'épandage). Le couplage des modèles simulant le transfert et les processus bio et géochimiques de solutés tels que les nitrates et des modèles hydrodynamiques simulant l'écoulement de l'eau et des solutés (nitrates par exemple) est un procédé en développement actuellement dans plusieurs laboratoires. Cette méthode basée sur une double modélisation nécessite un nombre important de données actuelles et historiques, pas toujours disponibles ou de qualité et quantité pas toujours suffisantes. Pour le modèle BICHE des données actuelles et historiques relatives aux intrants de produits azotés, types et extension des cultures, pratiques agricoles (période de fertilisation, calendrier de semis) et minéralisation du sol seront également collectées.

Cette phase de l'étude a demandé un travail important de collecte de l'information sur les pratiques agricoles et sur les concentrations historiques en nitrate sur la plaine de l'Ain. Pour la calibration du modèle BICHE il est nécessaire d'obtenir les chroniques les plus longues possibles. Sur la plaine de l'Ain les données sont disponibles à partir du début des années 1980. Il existe peu de données antérieures qui nous permettraient de caler la période sensible du début de l'utilisation intensive des fertilisants azotés. D'autre part des secteurs (point de Loyettes par exemple) ne disposent pas de données enregistrées en continu sur une période significative. Le couplage BICHE-MARTHE a été automatisé afin de faciliter les multiples simulations. La vérification de la qualité du modèle a été réalisée par comparaison avec deux grandes campagnes de mesures des concentrations en nitrates des eaux souterraines réalisées en 1999 et 2008.

La variabilité spatiale des concentrations en nitrates étant hétérogène et la modélisation ne prenant en compte que 9 secteurs considérés comme homogènes, le calage ne peut se faire qu'à l'échelle de la plaine de l'Ain. Cette opération a été achevée fin septembre 2010.

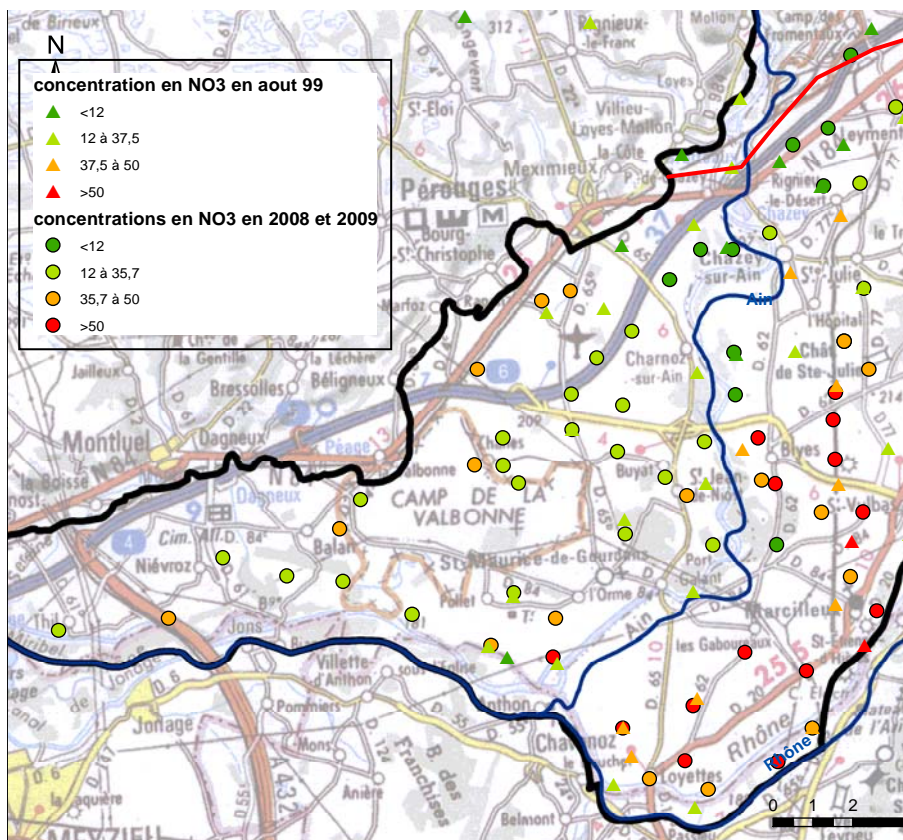


Figure 4 – Distribution spatiale des concentrations (en mg.L⁻¹) en nitrates des eaux souterraines dans la plaine de l'Ain (données 2008, 2009, août 1999)- Fond IGN (BRGM)

III.5 Les différentes phases du volet économique

La démarche méthodologique du volet économique est structurée en trois principales étapes : la première consiste à construire des scénarios tendanciels d'évolution de l'agriculture de la plaine de l'Ain de manière à simuler l'évolution tendancielle de la qualité de la nappe ; la seconde étape consiste à identifier et analyser les coûts et l'efficacité de mesures de réduction de la pollution exercée par les nitrates ; enfin la dernière étape

consiste à sélectionner et évaluer l'acceptabilité de programmes de mesures les plus coût-efficaces pour atteindre le bon état.

Etape 1. Scénarios tendanciels, déviations possibles et simulations de base

Cette première étape a pour objectif de simuler l'évolution future de la qualité de la nappe en l'absence de mise en œuvre de programme de mesures DCE aux horizons 2015, 2021 et 2027. Deux types de scénarios ont été simulés : deux scénarios tendanciels contrastés et deux scénarios simplifiés théoriques.

Les **scénarios tendanciels** contrastés (Hérivaux et Surdyk, 2010) décrivent les évolutions que l'agriculture est susceptible de connaître en absence de mesures volontaristes visant à maîtriser les pollutions diffuses d'origine agricole. Ces scénarios ne sont pas uniquement construits sur la base d'une prolongation des tendances passées, ils intègrent également les effets anticipés de l'évolution future de facteurs comme la réforme de la PAC, l'évolution du prix de l'énergie, etc. Dans un contexte où de nombreuses incertitudes existent sur les facteurs de changements (l'évolution de la PAC à partir de 2013, l'évolution des cours mondiaux des céréales et oléoprotéagineux, l'évolution de la disponibilité des ressources en eau pour l'irrigation, etc.), il est apparu essentiel de considérer que l'agriculture de la plaine en 2030 ne pouvait pas se résumer à une seule vision possible de poursuite des tendances. Deux évolutions tendanciennes de l'agriculture assez contrastées ont été construites, de manière à englober une grande partie des futurs possibles de l'agriculture de la plaine de l'Ain. La construction de ces scénarios contrastés s'est basée sur une revue de bibliographie, la collecte et l'analyse de données statistiques et la mobilisation d'experts locaux lors d'un atelier « Quelle agriculture sur la plaine de l'Ain en 2030 ? » (février 2010).

Les **scénarios simplifiés théoriques** correspondent à une vision totalement virtuelle de l'agriculture : le scénario « zéro culture » qui suppose un arrêt total des apports de nitrates d'origine agricole (mais pas forcément un arrêt des pertes de nitrates vers la nappe) et permet d'évaluer quelle est la durée minimum nécessaire à l'amélioration de la qualité de la nappe et le scénario « poursuite à l'identique des pratiques actuelles ». Contrairement aux deux précédents, ces scénarios théoriques ne reposent sur aucune analyse économique.

Ces quatre scénarios d'évolution de l'agriculture ont été traduits spatialement en termes de changements d'occupation du sol (part de la SAU dans la superficie totale, types de successions culturales), changement de la part des superficies irriguées, à partir d'une analyse des données 2008 à l'îlot du Registre Parcellaire Graphique (convention ASP-BRGM). Ces modifications sont ensuite traduites en termes agronomiques de changement d'application d'azote, de besoins des plantes, de minéralisation de l'azote du sol et des résidus végétaux après récolte (juillet 2010).

L'évolution de la concentration en nitrates dans la nappe selon ces différents scénarios a été simulée par l'utilisation du modèle couplé BICHE-MARTHE (septembre/octobre 2010). Ces simulations permettront de dire s'il est possible d'atteindre le bon état, sous quel délai minimum (scénario 0 culture) et d'évaluer les efforts à fournir en termes de réduction de pressions polluantes pour atteindre les objectifs réglementaires.

Etape 2. Identification des mesures, efficacité et coûts unitaires

La seconde étape a pour objectif d'identifier les mesures pouvant permettre de réduire les pressions polluantes exercées par les nitrates. Une typologie des mesures sera proposée, accompagnée de leurs coûts unitaires de mise en œuvre et d'une évaluation des surfaces sur lesquelles ces mesures peuvent techniquement être mises en œuvre. L'efficacité de chaque mesure sera évaluée en réalisant des simulations avec le modèle couplé BICHE-MARTHE. L'efficacité sera mesurée soit en termes de réduction de la concentration en nitrates dans les eaux de lessivage, soit en termes d'amélioration de la qualité de la nappe, de manière à pouvoir calculer pour chaque mesure un ratio coût-efficacité.

Etape 3. Evaluation économique des mesures

Il s'agit dans cette étape de sélectionner les combinaisons de mesures les plus coût-efficaces pour atteindre le bon état. Ces différentes combinaisons seront discutées d'un point de vue de leur faisabilité, de leur acceptabilité, et des bénéfices engendrés par l'atteinte du bon état. La faisabilité et l'acceptabilité des mesures pourront faire l'objet d'une discussion ou débat avec les professionnels de l'agriculture. L'évaluation des

bénéfices se fera sur la base d'une revue de la littérature (pas d'analyse économique du type évaluation contingente envisagée) et les résultats pourront être mis en perspective avec les coûts estimés ; ils pourront aussi alimenter le débat avec la profession agricole.

6) résultats et synthèse du projet. Publications scientifiques. 2010-2011

III.6 Intérêt de ce programme de recherche pour les gestionnaires du territoire

Cette étude permettra de connaître les tendances d'évolution des polluants et les risques de non atteinte du bon état sur la plaine de l'Ain pour les gestionnaires de ce territoire.

Elle permettra en outre d'aider à la localisation des secteurs sur lesquels doivent porter les efforts pour l'amélioration de la qualité des eaux, et d'y mettre en place des mesures efficaces pour atteindre les objectifs.

Elle va également permettre une meilleure communication auprès des acteurs du territoire pour expliquer l'intérêt des mesures choisies et les gains que l'on peut en espérer, à la fois en terme de résultat qualitatif et de temps par rapport à l'atteinte de ces résultats.

Références bibliographiques :

Commission locale de l'Eau, Semelet J, mars 2003, Le SAGE de la basse vallée de l'Ain, pp 212.

Costaz I., août 2005, Modélisation de la nappe alluviale de la basse plaine de l'Ain et de ses milieux annexes – Phase 1, BURGEAP, pp 30.

Gourcy L., Surdyk N., thiéry D., Winckel A., Cary L., Amraoui N., décembre 2008, caractérisation de l'inertie des systèmes aquifères vis-à-vis des apports diffuse d'origine agricole – application à l'aquifère de la plaine de l'Ain – rapport final phase 1 (CAPLIPSEAU), BRGM, pp 103.

Pigeon J-L., WOERTHER S., Garros H., mars 2003, Etude sur l'optimisation de la gestion des débits de la rivière d'Ain – rapport technique de phase 1, COYNE et BELLIER, pp147.

Syndicat de la basse vallée de l'Ain, avril 2010, cahier des charges « étude de détermination des volumes maximums prélevables », pp34.