

SAGE Vilaine

Délibération

3/ Quelles évolutions et quel diagnostic de la qualité de l'eau

Etaient présents :

Collège des Elus :

Mesdames Yvette ANNÉE, Conseillère Générale du Morbihan – Nicole BOUILLON, Conseillère Générale de la Mayenne – Annie DAVY, Maire de Bédée (35) – Marie-Jo HAMARD, Conseillère Générale du Maine et Loire – Annie LE POEZAT, Conseillère Régionale de Bretagne – Christine LELIEVRE, Maire de Séverac (44).

Messieurs Daniel BARON, Maire d'Allaire (56) – Christian CANONE, Conseiller Général de la Loire-Atlantique – Yves DANIEL, Maire de Mouais (44) – François HERVIEUX, Conseiller Général du Morbihan – Marcel JOLY, Conseiller Général d'Ille et Vilaine – Louis JOUANNY, Conseiller Général des Côtes d'Armor – Denis LECLERC, Conseiller Général des Côtes d'Armor – Jean-Luc MADOUASSE, Maire de Saint-Martin sur Oust (56) – Jean-René MARSAC, Conseiller Régional de Bretagne – Jean MARSOLLIER, Maire de Maure de Bretagne (35) – Pierre MÉHAIGNERIE, Maire de Vitré (35) – René MORICE, Maire de Glénac (56) – Victor PREAUCHAT, Maire de Montfort sur Meu (35) – René RÉGNAULT, Maire de Saint-Samson sur Rance (22) – Bernard SOHIER, Maire de Merdrignac (22) – Michel TEXIER, Maire de Férel (56) – Jean THOMAS, Conseiller Général du Morbihan – Daniel TROTOUX, Maire de Saint-Armel (35) – Marcel VERGER, Conseiller Général de la Loire-Atlantique.

Collège des Usagers, propriétaires riverains, organisation professionnelles et associations :

Madame Virginie DA SILVA, UPIV.

Messieurs Henri DEUDON, SAUR-CISE - Lucien JAMET, Union Fédérale des consommateurs d'Ille et Vilaine – Gilles LAMARE, UPIV – Hervé LE BOULER, Union Régionale des FDPPMA des Régions Pays de Loire, Centre – Michel LOQUET, Président de la Chambre d'Agriculture de la Loire-Atlantique – Pascal MÉTAYER, Conchyliculteur – Jacques PAINVIN, Directeur Administratif de la Confédération des Coopératives Agricoles de l'Ouest – Christian TRICOT, Union Régionale des FDPPMA de Bretagne.

Collège de l'Etat et de ses Etablissements Publics :

Madame Pascale FAURE, DDAF, représentant le Responsable du Pôle de l'Eau d'Ille et Vilaine.

Messieurs Pierre AUROUSSEAU, Professeur Agrocampus de Rennes - Jean-Bernard BOBIN, Sous-Préfet de Châteaubriant, représentant le Préfet du Département de la Loire-Atlantique – Laurent CYROT, DIREN, représentant la Préfète de la Région Bretagne - Edouard DEHILLERIN, DIREN, représentant le Préfet de la Région des Pays de la Loire – Bruno LION, DDAF, représentant le Préfet du Département du Morbihan et la MISE du Morbihan – Robert LE GENTIL, Agence de l'Eau, représentant le Chef de la Délégation de l'Agence Loire Bretagne, Agence de Nantes – Alix NIHOARN, représentant le Conseil Supérieur de la Pêche – Yves QUÉTÉ, Ingénieur Géo Sciences à l'Université de Rennes1 –

Philippe QUÉVREMONT, DDAF, représentant la Préfète du Département d'Ille et Vilaine – Jean-Louis ROUSSEL, DDAF, représentant le Préfet du Département de la Mayenne - Daniel SALAUN, MISE, représentant le Préfet du Département des Côtes d'Armor -

Etaient excusés :

Mesdames Elisabeth SERAFINSKY, « Eau et Rivière de Bretagne » - Isabelle THOMAS, Conseillère Régionale de Bretagne.

Messieurs Jean-Michel BOLLÉ, Conseiller Général d'Ille et Vilaine – Joël BOURRIGAUD, Maire de Saint-Dolay (56) - Philippe DAUNAY, Maire de Sens-de-Bretagne (35) – Jacky GOUPIL, Président du Collectif des Sinistrés de l'Oust et de la Vilaine - Marcel HAMEL, Conseiller Général d'Ille et Vilaine – Gérard LUCAS, CCI de Rennes - Yvon MAHÉ, Conseiller Général de la Loire-Atlantique, Président de l'IAV – Joël MAUPILÉ, Maire de Dompierre du Chemin - Maurice MÉLOIS, Conseiller Général du Morbihan – Michel ROMESTAIN, Compagnie Générale des Eaux – D. SALMON, DDA, représentant le Préfet du Département du Maine et Loire.

Assistaient également à la séance :

Mesdames Marie BOSCHER, Coordinatrice BEP du SYMEVAL – Delphine FORESTIER, Animatrice au Syndicat Intercommunal du Don - Carole FOUVILLE, Animatrice au Syndicat Intercommunal du Meu – Audrey GACHET, Service de l'eau à la Région Bretagne – Chantal GASCUEL, INRA, UMR SAS CAREN - Anne RICHOUDIQUET, SEAD, Conseil Karine SÉCHET, Conseil Général de la Mayenne – Sophie VOLARD, Syndicat du Lié.

Messieurs Arnaud CHOLET, Conseil Général des Côtes d'Armor, Cellule ASTER – Frédéric BRIEND, Grand bassin de l'Oust - Pierre DEMERLÉ, Président du Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Bassin du Don – Nicolas DOUCHIN, Médiateur de l'eau au Syndicat Intercommunal du bassin versant de la Chère – Patrick EDELIN, Chambre d'Agriculture d'Ille et Vilaine - Olivier GUINDON, Technicien au Syndicat Intercommunal du bassin du Don – Freddy HERVOCHON, Agence de l'Eau à Nantes - Marc LEBASTARD, Cellule Rivières et Bassin Versant, DDAF d'Ille et Vilaine - Marcel LE BOTERFF, Président du Syndicat Intercommunal de la Vallée de l'Arz – Rémy MOREL, Président du Syndicat Intercommunal du bassin aval de la Seiche – Joseph PRODHOMME, Président du SYMEVAL – Jean-Luc ROUSSEL, Président du Syndicat du Trévelo – Bernard SEVELLEC, Direction de l'Environnement, Conseil Général d'Ille et Vilaine.

Services de l'LAV : Monsieur Michel ALLANIC, Directeur – Monsieur Jean-Pierre ARRONDEAU, Secrétaire de la CLE du SAGE Vilaine – Bertrand BARBIER-THALY, Chargé de mission « Trévelo » - Christophe DANQUERQUE, Ingénieur Géomaticien – Astrid GADET, Stagiaire – Myriam MARTINS, Secrétariat de la CLE.

La Commission Locale de l'Eau du SAGE Vilaine, a pris connaissance de l'exposé « quelles évolutions et quel diagnostic de la qualité des eaux » présenté par Mme Chantal Gascuel, Chercheur à l'INRA de Rennes, et annexé à cette délibération.

Après en avoir délibéré, la Commission Locale de l'Eau a pris acte des conclusions de ce rapport.

Jean-René MARSAC
Président de la CLE du SAGE Vilaine

Quelles évolutions et quel diagnostic de la qualité des eaux

Ce rapport a été rédigé par C. Gascuel-Oudoux et P. Aurousseau, (UMR Sol Agronomie Spatialisation de Rennes-Quimper). Les données présentées sont issues des travaux des auteurs et de C. Martin, J. Molénat (UMR SAS, INRA-Agrocampus Rennes), A. Carpentier (INRA ESR), L. Aquilina, G. Gruau (Géosciences Rennes).



Les eaux de surface proviennent majoritairement de nappes à surfaces libres, proches de la surface du sol, du fait qu'en Bretagne les substrats sont de faible perméabilité. Le niveau de ces nappes fluctue de manière importante au cours de l'année. Ces nappes présentent des propriétés de transfert et des compositions chimiques variables dans l'espace, en fonction des milieux (profondeur, position topographique, nature des substrats), en fonction des usages des sols (caractéristiques et quantités d'éléments chimiques apportés). Ces variations dans l'espace permettent de définir des « réservoirs ». La composition chimique des eaux de la rivière varie dans le temps, du fait principalement d'une mobilisation différente de ces réservoirs. La méconnaissance de ces réservoirs, de leur mobilisation au cours du temps, explique la difficulté à interpréter les variations dans le temps de la composition chimique des eaux de la rivière, à porter un diagnostic sur les variations actuelles, un pronostic sur les évolutions futures. La taille des bassins versants, la nature "canalisée" des rivières du bassin de la Vilaine (succession de biefs-réservoirs), accentue cette méconnaissance. On illustre ici ces difficultés à partir de différents exemples situés dans et hors du bassin versant de La Vilaine, pour tirer quelques conclusions sur le diagnostic et la manière la plus sûre de le conduire.

Les temps caractéristiques des évolutions de la qualité des eaux

Les variations temporelles que nous observons correspondent à quatre temps caractéristiques : la crue, le cycle annuel, les variations inter-annuelles, relatives à quelques années, les grandes tendances, relatives à quelques décennies. Ces échelles de temps impliquent des réservoirs et des processus différents mais liés.

La crue est la réaction du système hydrologique à la précipitation. Elle est la conséquence de la mise en charge de la nappe et de sa vidange, de manière plus limitée, du ruissellement s'il s'en produit. En crue, la nappe et le ruissellement sont mobilisés dans des proportions variables, selon la place de la crue dans le cycle annuel. Les crues déterminent des variations de la composition chimique des eaux de surface à fréquences élevées, au cours de la crue (minutes, heures, journée).

Le cycle annuel est lié à une alternance, d'un tarissement de la nappe en été, celle-ci n'étant plus alimentée du fait que l'eau des précipitations retourne vers l'atmosphère, et d'une recharge de la nappe en hiver, qui a lieu une fois le sol réhumecté. Les variations saisonnières de la qualité des eaux de surface peuvent être liées à une mobilisation variable des différents réservoirs de nappe au cours de l'année, du fait principalement d'une variation de la profondeur de la nappe. Les seuls processus hydrologiques et hydrochimiques de nappes peuvent donc conduire à des variations cycliques des concentrations en éléments chimiques dans les eaux de surface (nitrates). Ces cyclicités peuvent prendre des allures très différentes, d'un bassin versant à l'autre, ou sur un même bassin versant, le long du cours d'eau ou au cours des années, dès lors que la contribution des réservoirs mobilisés change de manière saisonnière. Les variations saisonnières peuvent être aussi liées à une cyclicité des pratiques agricoles dès lors que les nappes sont moins en jeu dans les transferts (pesticides).

Les variations inter-annuelles sont liées aux variations climatiques et aux variations des apports d'éléments chimiques qui modifient les conditions d'entrée d'une année à l'autre. Deux difficultés majeures s'ajoutent : climat et activités agricoles interagissent et il n'est pas facile d'en faire la part ; ces deux composantes ont des incidences sur plusieurs années, du fait de stockages d'éléments chimiques dans les sols et les nappes (historique des apports), du fait que les conditions d'une année peuvent avoir un effet sur plusieurs années. Par exemple, les matières organiques du sol conditionnent la disponibilité de nombreux éléments chimiques. Ces matières organiques du sol présentent des temps de renouvellement encore mal connus, mais assurément longs, contrôlés par différentes variables du climat (température, pluviométrie) qui stimule tour à tour minéralisation et immobilisation des matières organiques.

Les grandes tendances décennales marquent les ratios des flux entrants et sortants, en fonction des grandes tendances d'usage des sols, des grandes tendances climatiques, qui peuvent induire des variations des écoulements, des stockages et déstockages d'éléments chimiques. Depuis l'industrialisation, les flux d'azote en entrée ont plus que doublé à l'échelle mondiale. Cette évolution a été très marquée en Bretagne. Le climat évolue également. Ces grandes tendances ne sont souvent identifiables qu'à une échelle de temps de l'ordre de la décennie. L'identification de ces tendances est essentielle et nécessite des acquisitions de données sur des pas de temps longs. Peu de données sont disponibles depuis le début de l'industrialisation, nous limitant dans nos conclusions sur le début de son influence sur l'environnement. Au delà, elles sont masquées par une variabilité annuelle et inter-annuelle forte. Des tendances de faible amplitude ne sont donc pas facilement décelables, ceci pour deux raisons. La raison principale est souvent que le bilan d'excédent d'azote varie peu d'une année à l'autre, de quelque kg/ha/an. Cet excédent est tantôt accentué par la minéralisation estivale, tantôt diminué par une dilution liée à la pluie, en tout cas fortement moyenné par des mélanges dans les réservoirs. C'est alors plus la contribution relative de ces réservoirs, très variable selon les conditions climatiques que l'on observe, que la tendance globale. Ces différents temps caractéristiques sont illustrés à titre d'exemple sur des données de flux et de concentration en nitrate et en carbone organique dissous sur quelques rivières. Le suivi simultané des concentrations, des flux et des flux spécifiques est incontournable pour porter un diagnostic. Même si la réglementation porte sur les concentrations que l'on doit donc examiner, il faut examiner de manière simultanée les flux, pour faire des bilans, pour agréger les données sur différents bassins versants, pour analyser les variations de concentrations à la lumière des flux qui sont majoritairement déterminés par les flux d'eau. Les flux spécifiques permettent de comparer les bassins versants. Ces suivis simultanés permettent donc de faire des bilans, d'analyser des évolutions en tentant de faire la part de celles qui sont liées aux apports et aux milieux, comparativement à celles qui sont liées au climat (figure 1).

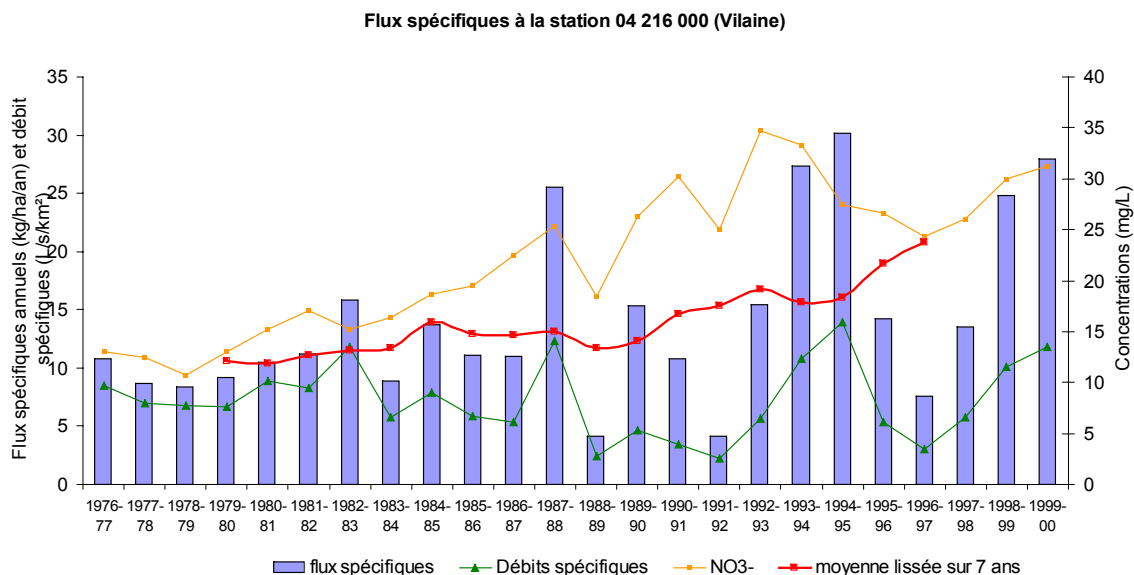


Figure 1. Variations des concentrations et des flux spécifiques sur la Vilaine (d'après P. Arousseau et al. 2004)

Ces différents temps caractéristiques fixent les limites de l'efficacité des actions de restauration de la qualité de l'eau. Les aménagements sont surtout susceptibles de modifier les processus liés à la crue. Les modifications des bilans d'entrée, qui jouent sur les stocks d'éléments chimiques dans les sols et la nappe, sont eux seuls susceptibles d'apporter des réponses sur le long terme.

Les différents types de polluants

Les deux critères que sont la mobilité et la persistance discriminent les polluants et orientent la manière dont on regarde leurs évolutions. De manière très schématique, quatre familles de polluants peuvent être distinguées.

La première famille, dont le nitrate est le représentant le plus connu, est caractérisée par une forte mobilité et une forte persistance. Le nitrate est d'abord réorganisé au sein de la matière organique, puis, élément très soluble, traverse les milieux en explorant l'ensemble de la porosité à une vitesse comparable à celle de l'eau. De la base de l'horizon organique à la rivière, une part significative, de l'ordre de 30% disparaît (dénitrification). Le nitrate présente un parcours dans le versant comparable à celui de l'eau, et donc des temps de résidence très variable selon la position topographique, de quelques mois à quelques décennies.

La seconde famille, dont font partie la majeure partie des pesticides utilisés en agriculture, est caractérisée par une mobilité modérée du fait d'une forte rétention sur les matières organiques du sol et une persistance modérée du fait d'une dégradation des matières actives qui s'opère majoritairement à l'échelle de l'année. Dans cette famille, les contaminations proviendront essentiellement d'une eau mobilisée au cours des quelques crues qui suivent les applications. Le temps de résidence est donc, pour la majeure partie du produit, de l'ordre de l'année.

La troisième famille, dont font partie le phosphore et les métaux, certains micropolluants organiques (dioxine, HAP,...) est caractérisée par une mobilité modérée, pour des raisons similaires, et une persistance forte, qui peut conduire à une accumulation dans les sols. Dans cette famille, les contaminations sont de même liées aux crues mais avec une amplitude qui dépendra de l'accumulation et de la disponibilité de ces éléments chimiques dans les sols.

Une quatrième et dernière famille est constituée de polluants dont la mobilité et la persistance sont encore mal connues. Il s'agit de molécules organiques ou d'agents biologiques (bactéries, prions, antibiotiques,...).

Dans la première famille, on s'attache aux cycles biogéochimiques dans les sols, aux transferts vers et dans la nappe, en allant jusqu'aux réservoirs de nappe les plus profonds. Les bilans sont liés aux cycles annuels. Le suivi hebdomadaire suffit, mais sur de nombreuses années. Dans les deux autres familles on regardera surtout des processus de surface, liés au ruissellement et au transfert dans la frange superficielle de la nappe. Les temps de résidence sont essentiellement liés aux cycles biogéochimiques dans les sols. On s'intéresse moins au bilan, la part des flux sortants étant faible par rapport aux entrées, plus à l'évolution des stocks dans les sols, stocks annuels et pluri-annuels selon les éléments chimiques, à leur disponibilité vis-à-vis de l'eau et au risque de transfert direct jusqu'à la rivière. Le suivi à fréquence journalière, lié aux crues, est indispensable, le bilan lui étant lié.

<p>Nitrates</p> <ul style="list-style-type: none"> • Persistance forte <ul style="list-style-type: none"> - incorporation dans la M.O. • Mobilité forte <ul style="list-style-type: none"> - élément soluble - transfert de nappe • Temps longs : années 	<p>Produits phytosanitaires</p> <ul style="list-style-type: none"> • Persistance faible <ul style="list-style-type: none"> - dégradation dans les sols • Mobilité variable selon les produits <ul style="list-style-type: none"> - rétention dans les sols - transfert par ruissellement et nappe • Temps courts : mois
<p>Phosphore, Métaux,...</p> <ul style="list-style-type: none"> • Persistance forte • Mobilité faible • Accumulation dans les sols • Temps longs * Temps courts 	<p>Une famille disparate et en émergence : micropolluants organiques, Virus, Bactéries, Antibiotiques, toxines...</p>

Figure 2. Caractéristiques des polluants de l'eau

Deux types de modèles : cycle annuel et tendances. Le cas des nitrates

On illustre le diagnostic de l'évolution de la qualité par deux types de travaux de terrain et de modélisation.

Le premier porte sur l'analyse de la cyclicité des teneurs en nitrates par des observations sur de petits bassins versants [Bassin versant de Naizin : 30-40 mg/l en été – 60-80 mg/l en hiver], base d'une évaluation des temps de transfert des nitrates par modélisation. Les concentrations en nitrates présentent, en Bretagne, des concentrations plus élevées en hiver qu'en été dans la plupart des cours d'eau. Ces variations sont liées directement aux fluctuations du toit de la nappe. La nappe présente différents niveaux de concentrations en nitrate de l'amont à l'aval, de la surface à la profondeur, de sorte que, lorsque le toit de la nappe fluctue de manière saisonnière, ces compartiments sont mobilisés en quantité différente. Ainsi, la frange superficielle de la nappe contribue à la rivière de manière plus importante en hiver qu'en été. Ces mécanismes sont particulièrement importants en Bretagne, où l'oscillation saisonnière du toit de la nappe est particulièrement marquée. Ces observations sont à la base de modèles d'estimation du temps de transfert de l'eau et des nitrates.

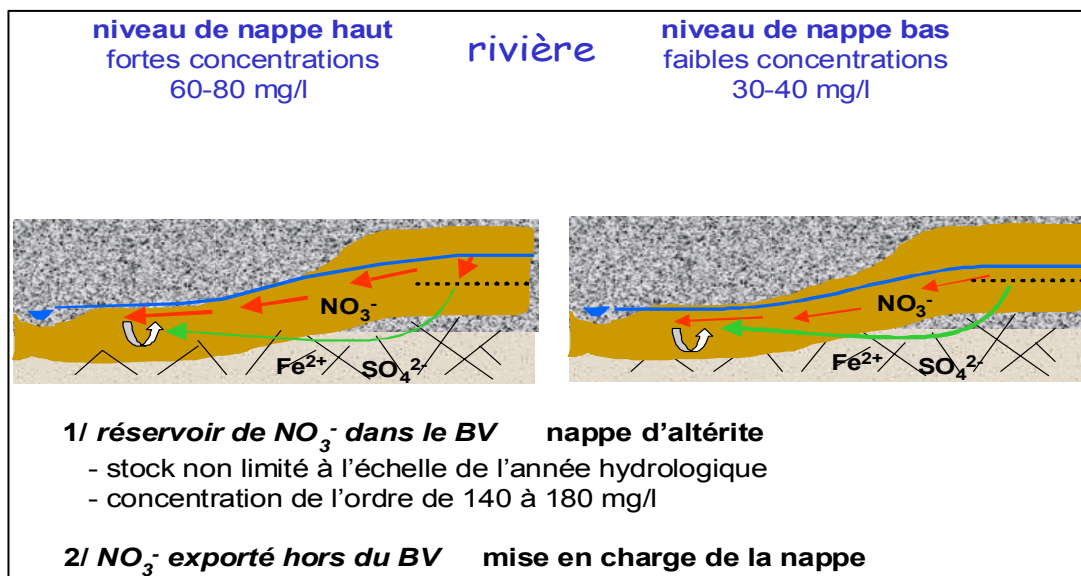


Figure 3. L'explication des variations annuelles de concentration en nitrate.
Bassin versant de Kervidy-Naizin (Molénat, 1999 ; Martin, 2003)

Le second porte sur l'analyse des variations passées pour faire le diagnostic des variations actuelles par :

- l'ajustement statistique des variations de concentrations de différents réservoirs, afin d'estimer directement la tendance. Ce travail montre des résultats contrastés sur les rivières analysées, une tendance à la stabilisation des concentrations pour l'une, une tendance à une très légère décroissance pour l'autre.

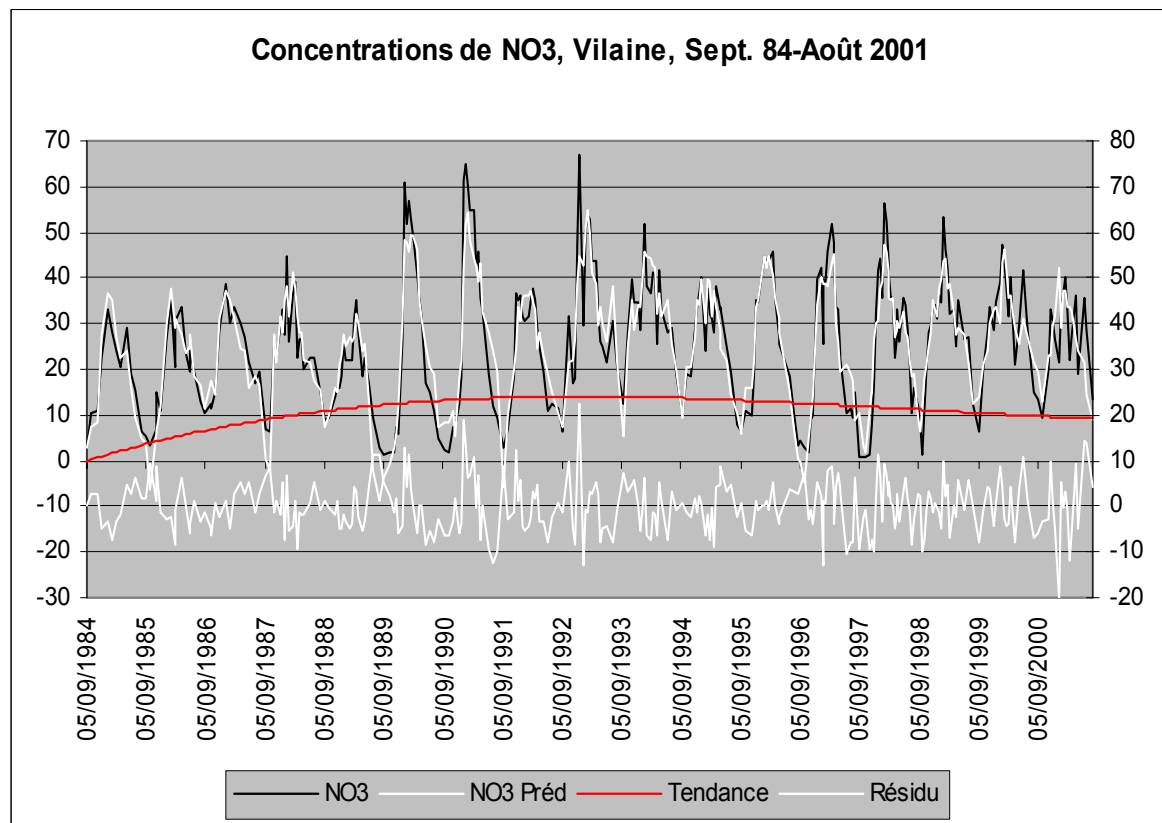
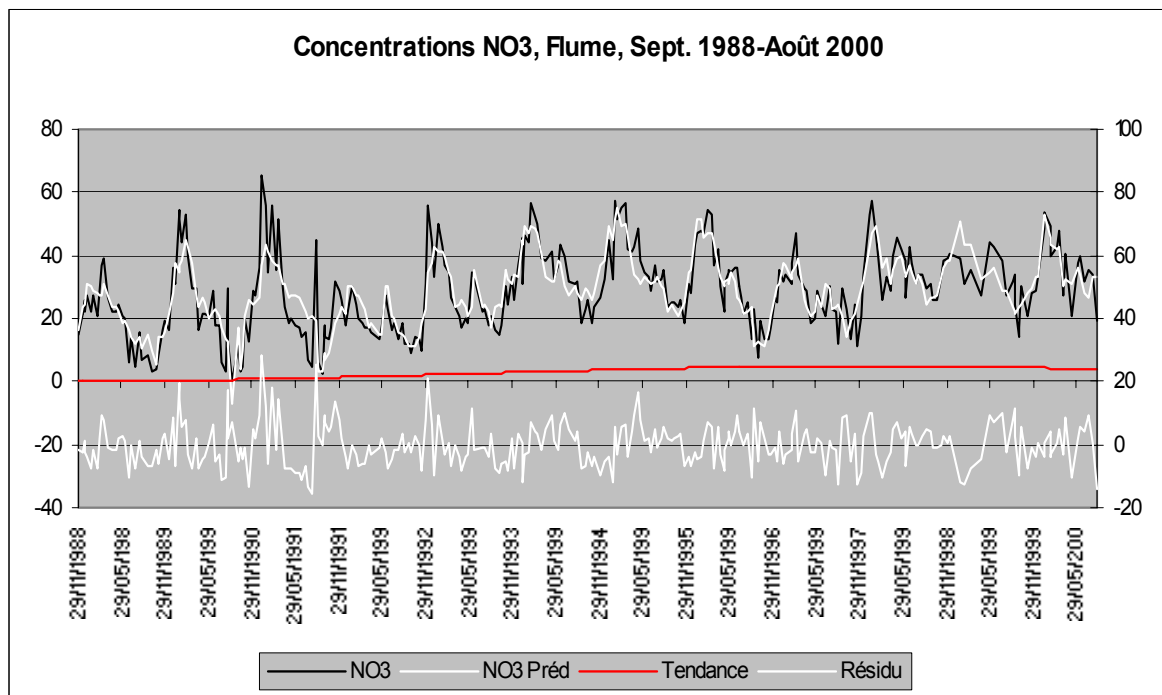


Figure 4. Variation des concentrations en nitrates. Calage d'un modèle d'évolution.

- l'utilisation des variations inter-annuelles des décennies précédentes pour interpréter les variations inter-annuelles actuelles. Ce travail conclut à stabilisation des concentrations, ce qui constitue déjà un résultat, mais à aucune amélioration de la qualité des eaux actuellement, sur le terme nitrate.

Ces deux travaux montre la difficulté de porter un diagnostic, dès lors que l'évolution est lente et masquée par une très grande variabilité annuelle et inter-annuelle.

Conclusions

La recherche a permis en quelques années une bien meilleure compréhension de la structuration des milieux et du fonctionnement des bassins versants. Les avancées ont porté sur les sols et les altérités (partie altérée du socle rocheux), la position et la dynamique des nappes. Il est clair que notre environnement s'est très profondément modifié en quelques décennies, que les éléments majeurs apportés par l'agriculture, selon la nature de ces éléments, ont été stockés dans les sols ou ont diffusé dans les nappes à des profondeurs significatives. Ces modifications profondes de notre environnement ôtent toute possibilité de revenir en arrière dans des temps courts. Si des modifications significatives des bilans d'entrée sont faites, pour des éléments majoritairement conservatifs (nitrate, phosphore), il est certain qu'elles produiront rapidement l'amorce d'une diminution des flux, même si cette diminution est difficilement identifiable à très court terme du fait de la variabilité climatique. Il est probable que l'équilibre ne pourra être atteint qu'après une période de temps de l'ordre de la décennie, voire plus. A l'inverse, de faibles modifications des entrées ne peuvent être repérées dans les bilans de sortie du fait des processus divers entrant dans le contrôle de ces bilans.

On en déduira deux aspects :

- *en terme d'action, la nécessité de diminuer les apports pour préserver à terme les écosystèmes, la nécessité de calculer les bilans d'entrées, de suivre les concentrations et les flux sortants sur le moyen terme, pour pouvoir porter un diagnostic des actions ;*
- *en terme de recherche, la nécessité de poursuivre les travaux d'investigations de l'hétérogénéité des milieux, de son rôle sur les flux d'eau et d'éléments chimiques par diverses approches de modélisation et d'expérimentation ;*

Ces deux aspects doivent concerner les deux compartiments clés que sont le sol, qui se comporte comme un accumulateur non contrôlé, et la nappe qui est conditionnée par un milieu encore très mal connu. Le compartiment eau souterrain a été trop négligé.