

SIMULATION DANS PEGASE DE LA QUALITÉ DE L'EAU DU BASSIN VERSANT DE LA GUEULE EN RELATION AVEC LE DÉVELOPPEMENT DE SON RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT

B. Bastin^{1*}, E. Everbecq², A Goffart¹, J. Smitz²

¹Aquapôle - Unité d'intégration, Chemin des Chevreuils, 3 Bât. B53, 4000 Liège, Belgique

²Aquapôle - Unité de modélisation, Chemin des Chevreuils, 3 Bât. B53, 4000 Liège, Belgique

*adresse actuelle : Ministère de la Région wallonne, Direction des Eaux de surface,
Av. Prince de Liège 15, 5100 Jambes, Belgique

Résumé

La partie belge du bassin de la Gueule, dans la région des trois frontières, comporte de nombreuses zones d'habitat qui constituent une source de pollution de la rivière. La mise en service d'une station d'épuration à Plombières en 1998 a permis d'améliorer l'état des eaux de la rivière à la frontière néerlandaise, sans toutefois atteindre une qualité supérieure à celle de la fin des années 70 avant la mise en place des réseaux d'égouttage. C'est afin d'expliquer ce paradoxe que la qualité de l'eau du bassin versant de la Gueule a été simulée avec le logiciel PEGASE (Planification Et Gestion de l'Assainissement des Eaux), en corrélation avec le développement de son réseau d'assainissement. La petitesse du bassin (205 km² répartis sur seulement 4 communes) a en effet permis de rassembler et structurer l'ensemble des données historiques relatives à l'urbanisation et aux différents stades de l'extension du réseau d'assainissement du bassin, et de les intégrer dans le modèle PEGASE. Nous décrivons ici la méthodologie employée et présentons quelques résultats caractéristiques.

Mots-clés : bassin de la Gueule, qualité des eaux de surface, assainissement, modèle mathématique PEGASE

INTRODUCTION

Le bassin de la Gueule couvre environ 388 km², dont 205 km² en Belgique et 183 km² aux Pays-Bas. La dénivellation totale de la rivière est de 242 m, l'altitude du bassin est comprise entre 50 et 350 m et la vallée a une pente d'environ 3 m/km. Rivière de type calcaire riche, la Gueule est classée en première catégorie. Elle prend sa source près de Eynatten (commune de Raeren, Belgique) au lieu-dit Lichtenbusch à une altitude de 280 m et reçoit de nombreux affluents sur son parcours. D'une longueur totale de 56 km, la Gueule se jette dans la Meuse après avoir parcouru 20 km en Belgique et 36 km aux Pays-Bas. La partie belge du bassin (Figure 1), située dans la région dite des trois frontières, sert de base à cette étude pilote qui vise à établir la corrélation entre les données relatives à la qualité de l'eau et le développement du réseau d'assainissement dans le cadre d'une implémentation du modèle mathématique PEGASE.

Les zones d'habitat y sont très nombreuses (Eynatten, Hauset, Kelmis/La Calamine, Moresnet, Montzen, Gemmenich, Sippenaeken, Hombourg, Lontzen, ...), et

l'apport d'eaux usées domestiques non épurées constitue une source importante de pollution de la rivière. En effet, si la croissance considérable de l'urbanisation ces vingt dernières années a été associée à une extension continue du réseau d'assainissement, ce n'est que suite à l'implantation d'une station d'épuration à Plombières en 1998 qu'une amélioration globale de l'état des eaux de la Gueule a été constatée, sans toutefois atteindre une qualité supérieure à celle de la fin des années 70 avant la mise en place des réseaux d'égouttage (Figure 2).

HISTORIQUE DU RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT DU BASSIN DE LA GUEULE

Pour mener à bien cette étude, il s'est avéré nécessaire de pouvoir retracer un historique précis de l'évolution de l'urbanisation et de la population des communes concernées, ainsi que des différences phases d'implantation et d'interconnexion des réseaux d'égouttage et de collecte. Si les dates de construction et de mise en service des collecteurs sont disponibles auprès des organismes compétents (AIDE et Service Technique Provincial), il n'existe par

contre pas de données récapitulatives concernant la mise en place de l'égouttage depuis la fusion des communes en 1977. L'obtention de ces informations nécessite dès lors la consultation minutieuse et la structuration de vingt années d'archives communales rarement informatisées. De la même façon, les données relatives à l'évolution de la population peuvent être fournies sous une forme exploitable par les services compétents des différentes administrations commu-

nales concernées, mais les données relatives à l'urbanisation nécessitent généralement par contre l'examen des permis d'urbanisme.

De ce point de vue, le bassin de la Gueule présente l'avantage d'être un bassin de petite taille géographiquement réparti sur quatre communes seulement (La Calamine, Lontzen, Plombières et Raeren). Les démarches administratives à entreprendre pour obtenir les autorisations d'accès

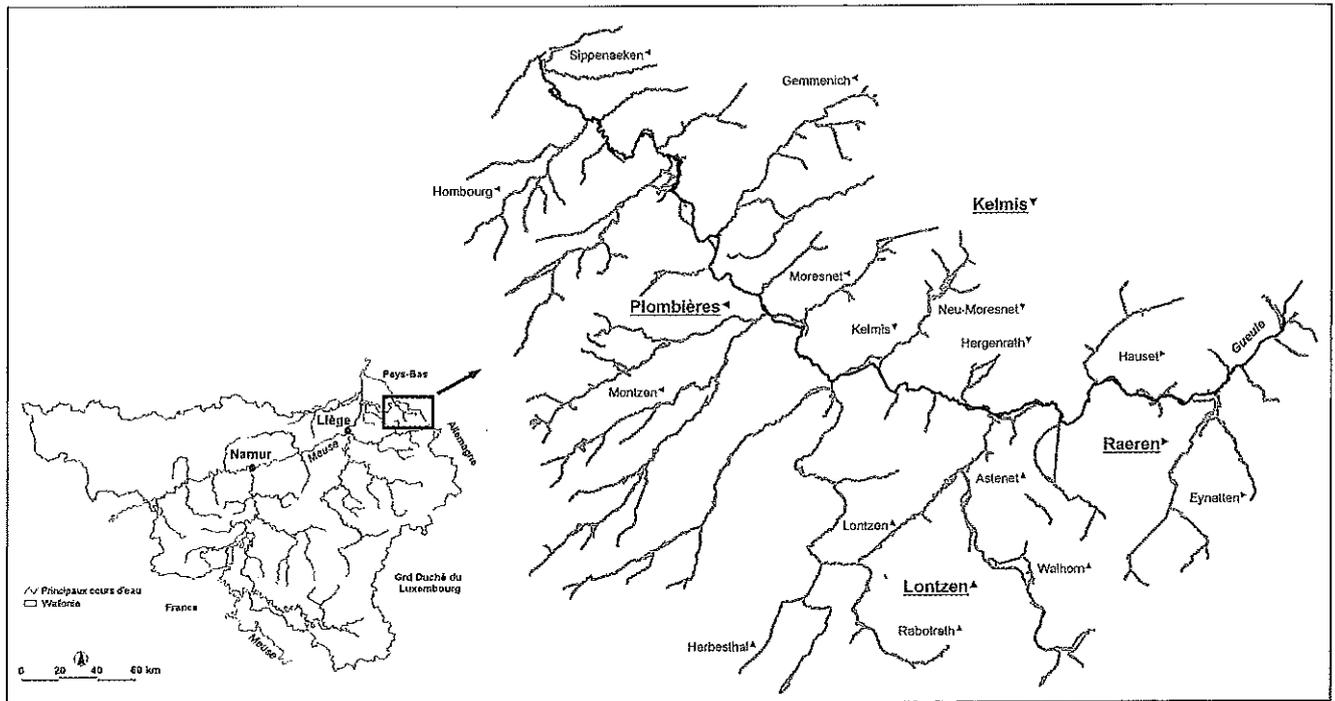


Figure 1 – Situation générale du bassin de la Gueule.

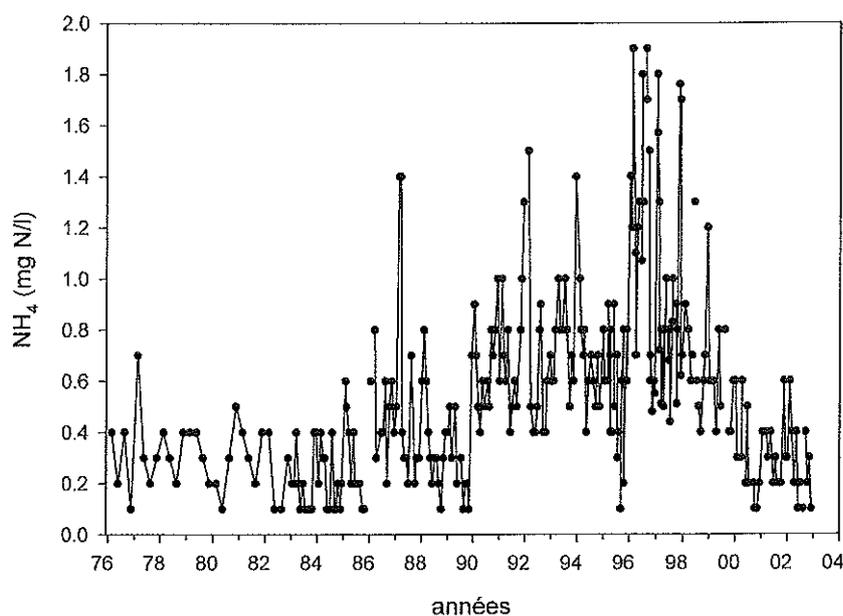


Figure 2 – Évolution de la concentration en ammonium à la frontière néerlandaise (données combinées Zuiveringschap Limburg)

aux différentes archives, de même que leur consultation afin de collecter les informations utiles, s'en sont trouvées facilitées.

Le placement des collecteurs le long de la Gueule et de ses affluents a commencé en 1978 (Figure 3). La construction

en plusieurs étapes du collecteur principal disposé le long de la Gueule s'est achevée en 1995. Depuis 1998, ce collecteur est raccordé à une station d'épuration située à Plombières. Plusieurs collecteurs secondaires ont été construits au début des années 1980.

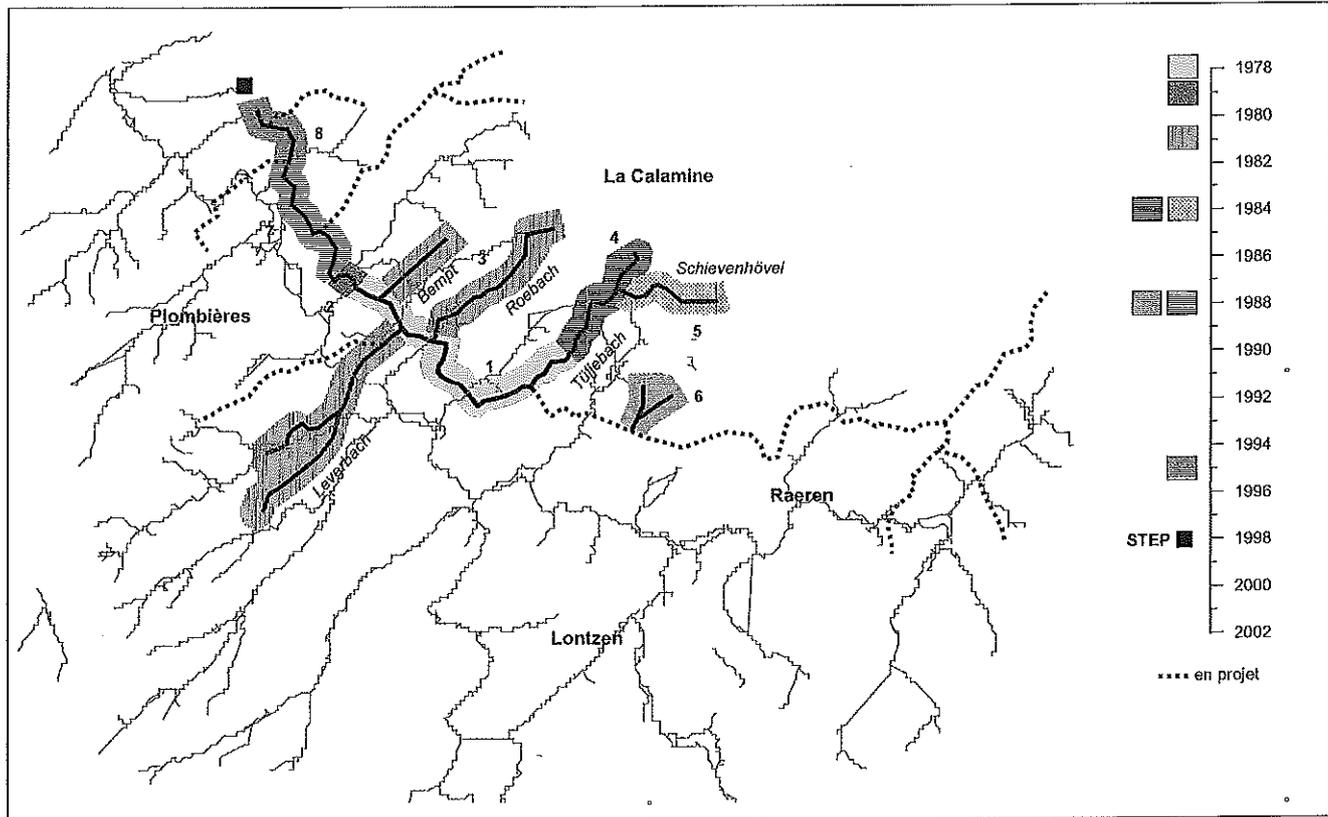


Figure 3 – Historique d'implantation des collecteurs le long de la Gueule et de ses affluents.

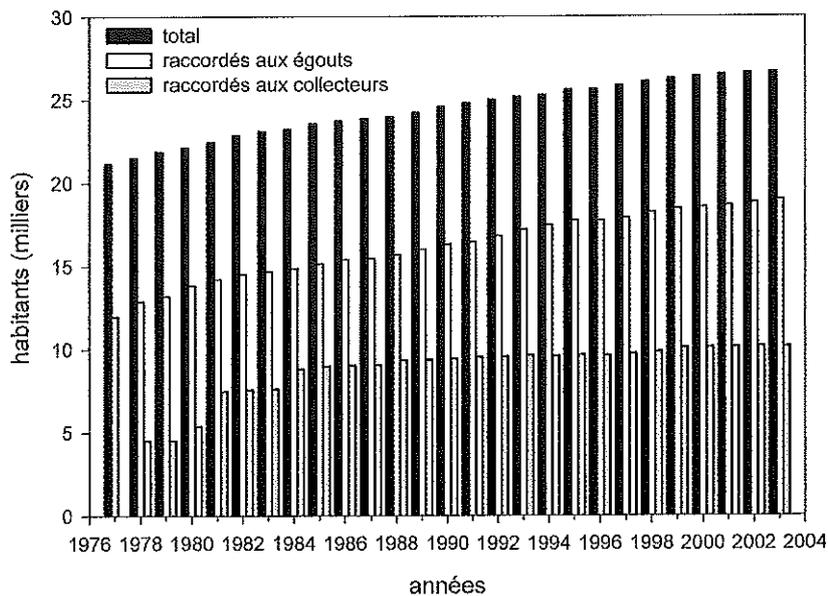


Figure 4 – Évolution de la population totale des communes du bassin de la Gueule et du taux de raccordement aux égouts et aux collecteurs.

Si on réalise la synthèse des données récoltées pour l'ensemble du bassin, on constate que le nombre total d'habitants raccordés aux égouts augmente régulièrement (Figure 4). Le nombre total d'habitants raccordés aux collecteurs est plus faible, et les phases de croissances observées sont étroitement liées à la construction des différents tronçons.

Actuellement, seules les eaux usées de La Calamine et une partie de celles de Plombières sont collectées et amenées vers la station d'épuration de Plombières. Plusieurs collecteurs secondaires sont encore en projet et devraient permettre de récolter les eaux usées et presque totalement égouttées de Gemmenich et de Montzen. La construction du collecteur principal en amont de La Calamine est également prévue afin d'amener les eaux usées de Hauset et de Eynatten (commune de Raeren) vers la station d'épuration existante. Plusieurs stations d'épuration sont également en projet afin de traiter les eaux usées de Sippenaeken, d'Hombourg, de Lontzen et d'Astenet qui sont actuellement rejetées dans les eaux de surface.

Il convient de noter que les données relatives à l'égouttage et à l'urbanisation rassemblées dans le cadre de cette étude sont à l'échelle de la rue et nécessitent une mise en forme préalable à leur introduction dans le modèle PEGASE. Les informations disponibles ont donc été regroupées en entités homogènes, soit par secteurs statistiques. On calcule ainsi par année et par secteur statistique un taux de raccordement qui représente le pourcentage d'habitants raccordés aux égouts, et un taux de collecte qui représente la part des rejets égouttés qui arrivent dans le collecteur.

SIMULATIONS DE LA QUALITÉ DE L'EAU

Les simulations de la qualité des eaux du bassin de la Gueule ont été réalisées dans le modèle PEGASE. Celui-ci a été développé afin d'orienter les choix en matière de gestion des eaux de surface, par le calcul prévisionnel et déterministe de la qualité des eaux en fonction des apports et rejets polluants dans des conditions hydrologiques diverses. Il s'agit d'un modèle intégré bassin versant / réseau hydrographique qui représente de façon structurée les rejets urbains, les rejets industriels, le rôle des stations d'épuration, les rejets dus aux activités d'élevage et les apports diffus des sols. Les variables d'entrée du modèle sont le débit, la température, le rayonnement solaire et l'ensemble des apports et rejets externes de matières organiques et nutriments.

En ce qui concerne les rejets urbains, PEGASE ne distingue généralement pas les phases de raccordement aux égouts et les phases de raccordement aux collecteurs en considérant essentiellement les flux de pollution arrivant aux stations d'épuration. Dans le cadre de cette étude, le modèle a été utilisé afin d'essayer d'estimer les effets de l'égouttage. Ainsi, la précision et l'exhaustivité des données qui ont été rassemblées pour l'ensemble du bassin permettent de

prendre en compte séparément les phases de raccordement aux égouts et les phases de raccordement aux collecteurs.

Deux types de simulations ont été réalisées :

Simulation de validation

Les simulations dites "de validation" sont nécessaires afin de valider le modèle utilisé et sont obtenues en effectuant des simulations non stationnaires (durée un an) de la qualité de l'eau. Les valeurs calculées par le modèle peuvent alors être comparées aux valeurs expérimentales disponibles. Nous avons choisi de réaliser ces comparaisons au km 19.1 de la Gueule (soit en aval de l'emplacement prévu pour la station d'épuration de Plombières) car la Région wallonne suit depuis 1996 l'évolution de différents paramètres physico-chimiques à cet endroit, dont notamment la DBO₅ et les concentrations en ammonium et phosphore total (données disponibles auprès de la DGRNE).

Nous présentons les résultats obtenus pour ces trois paramètres en 1997, dans la mesure où c'est à cette époque qu'ont été établis les PCGE dans les communes concernées (entre 1996 et 1999). On peut ainsi comparer les résultats du modèle suivant qu'il utilise les données rejets "brutes" (exploitation directe des données PCGE) ou qu'il utilise les données fines sur l'égouttage récoltées selon la démarche mise en œuvre dans cette étude. Dans ce cas particulier du bassin de la Gueule, l'amélioration des simulations réalisées est clairement mise en évidence (figures 5, 6 et 7).

Les simulations de comparaison

Les simulations dites "de comparaison" permettent d'une part d'apprécier l'impact de l'implantation du réseau d'assainissement sur la qualité de l'eau du bassin (comparaison de scénarios historiques), et d'autre part de prédire l'impact que pourrait avoir, par exemple, la construction d'un nouveau collecteur (comparaison de scénarios futurs). Afin de mettre en évidence les variations liées à l'implantation du réseau d'égouttage et pas uniquement les perturbations liées à la météo, les conditions hydrométéorologiques utilisées sont les mêmes pour les différentes années (soit les conditions de l'année 2001).

Les simulations ont été réalisées pour différentes années correspondant à des moments importants de l'évolution du réseau d'assainissement du bassin de la Gueule :

- 1977 : aucun collecteur existant ;
- 1981 : construction partielle du collecteur principal le long de la Gueule et achèvement des collecteurs secondaires le long du Roebach, du Bempt et du Leverbach ;
- 1988 : construction du collecteur principal presque entièrement terminé et achèvement des collecteurs secondaires le long du Tuljebach et du Schievenhövel ;
- 1997 est caractéristique de la situation avant l'implantation de la station d'épuration en 1998 ;
- 2001 correspond à la situation après l'implantation de la station d'épuration ;

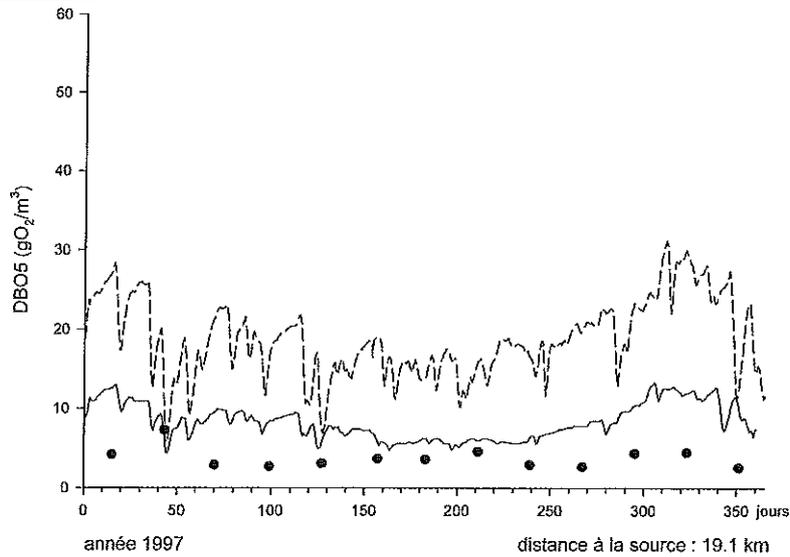


Figure 5 – Évolution de la DBO5 pour l'année 1997 (--- simulations réalisées à partir des données brutes, — simulations réalisées à partir des données fines sur l'égouttage, • concentrations mesurées).

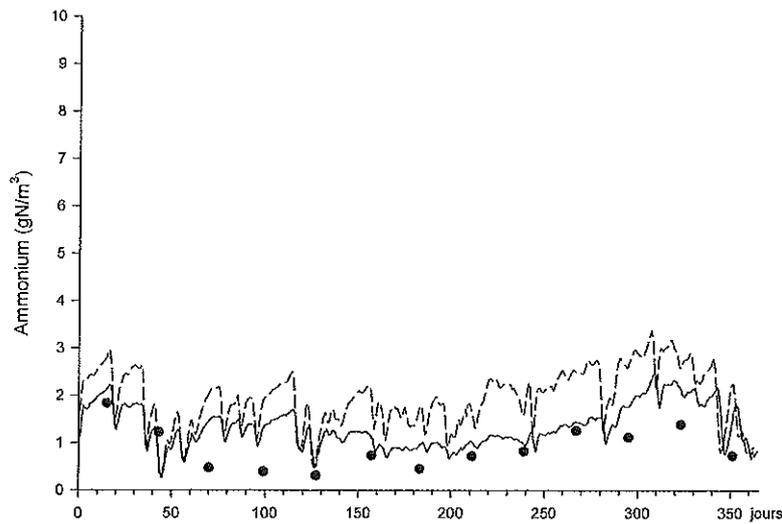


Figure 6 – Évolution de la concentration en ammonium pour l'année 1997 (--- simulations réalisées à partir des données brutes, — simulations réalisées à partir des données fines sur l'égouttage, • concentrations mesurées).

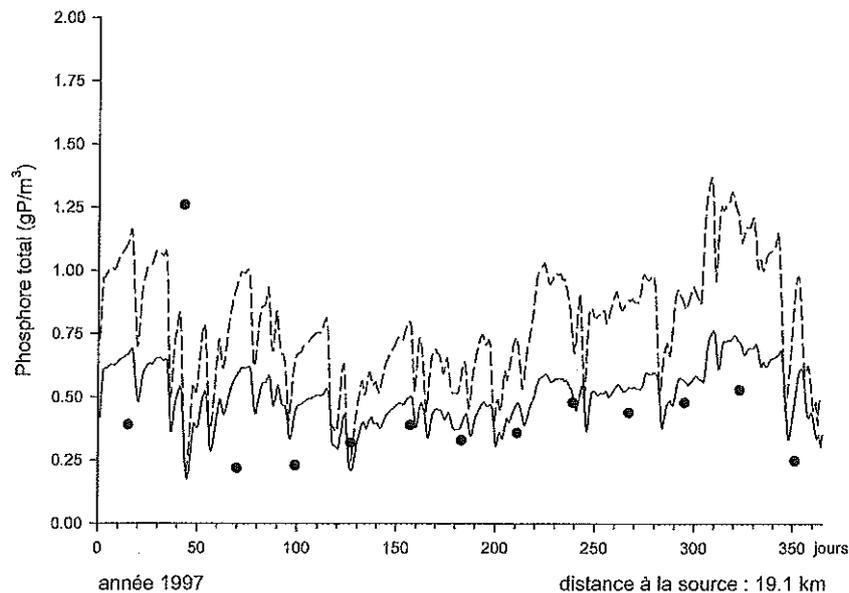


Figure 7 – Évolution de la concentration en phosphore total pour l'année 1997 (--- simulations réalisées à partir des données brutes, — simulations réalisées à partir des données fines sur l'égouttage, • concentrations mesurées).

– l'année 2003+ correspond à une situation hypothétique pour laquelle les collecteurs de Raeren et de Plombières actuellement en projet sont supposés construits (les simulations sont réalisées en tenant compte de l'implantation de ces collecteurs). Le développement futur du réseau d'égouttage n'est par contre pas pris en compte pour ces simulations.

Nous présentons ici les résultats annuels au km 14 de la Gueule (en amont du site d'implantation de la station d'épuration de Plombières) et au km 19.1 (en aval du site d'implantation de la station d'épuration de Plombières), ainsi que les profils longitudinaux des percentiles 90 annuels calculés, et ce pour les paramètres suivant : DCO, ammonium, phosphate et oxygène dissous.

Résultats des simulations au km 14

On constate une dégradation de la qualité de l'eau de 1977 à 1981, qui coïncide avec l'implantation du premier lot du collecteur principal de la Gueule. Le collecteur transporte alors une partie des eaux usées égouttées des communes de La Calamine et de Plombières et les déverse dans la rivière en un point situé juste en amont du km 14, détériorant ainsi la qualité de l'eau par un apport ponctuel et important de polluants. De 1981 à 1988, on observe une amélioration qui s'explique par l'extension du collecteur : les eaux usées sont transportées en aval du km 14, ce qui résulte en une dégradation de la qualité de l'eau au km 19.1 (*vide infra*). La DCO ainsi que la concentration en ammonium (Figures 8 et 9) restent stables par la suite (soit après 1988)

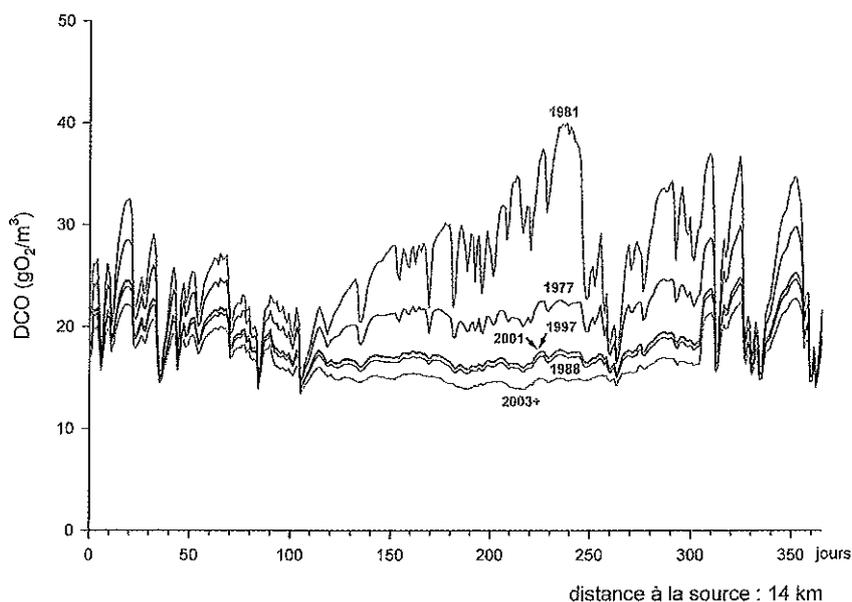


Figure 8 – Évolution de la DCO au km 14 de 1977 à 2003 (simulations).

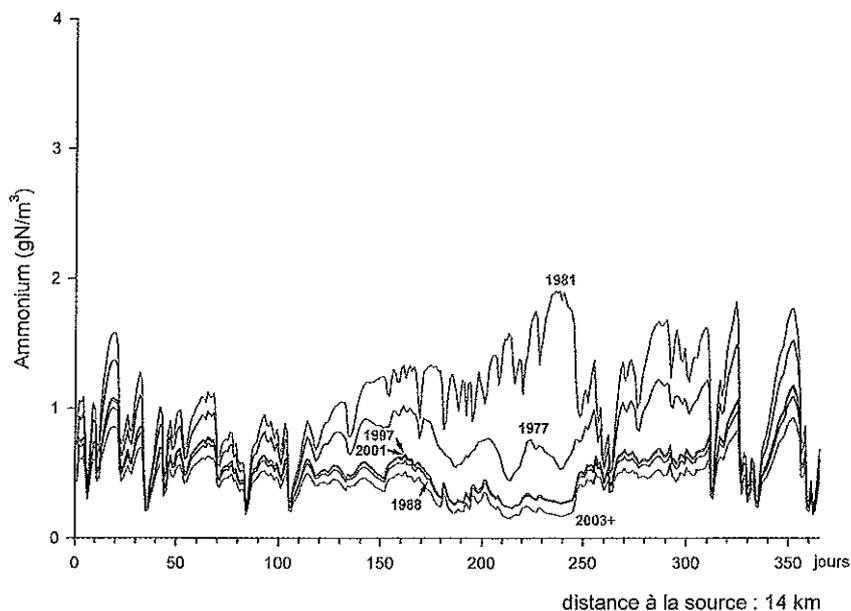


Figure 9 – Évolution de la concentration en ammonium au km 14 de 1977 à 2003 (simulations).

et ne sont, comme attendu, pas influencées par l'installation de la station d'épuration en aval. En ce qui concerne les phosphates (Figure 10), il convient de noter que la diminution observée entre 1988 et 1997 trouve son origine dans la prise en charge par PEGASE d'une diminution des apports domestiques en phosphore en relation avec l'avènement des lessives sans phosphate. La courbe simulant l'impact sur la qualité de l'eau de la finalisation des collecteurs actuellement en projet (situation "2003+"), essentiellement à Raeren, montre une amélioration sensible mais cependant très limitée. A cet égard, il convient de rappeler qu'aucune hypothèse n'a été réalisée quant à une éventuelle extension du réseau d'égouttage connexe, ce qui limite singulièrement le potentiel de gain résultant du placement d'un nouveau collecteur.

Résultats des simulations au km 19.1

On note de 1977 à 1997 une dégradation graduelle de la qualité de l'eau due à l'implantation progressive du collecteur principal qui amène, à mesure de son extension, la charge polluante toujours plus près du site d'implantation de la station d'épuration de Plombières. On observe dès lors une augmentation de la DCO et de la concentration en ammonium (Figures 12 et 13), ainsi qu'une diminution de la concentration en oxygène (Figure 15). Relevons à nouveau le comportement particulier des phosphates (Figure 14) pour lesquels on note une diminution de la concentration dès 1988 (utilisation de lessives sans phosphates, *vide supra*).

L'impact de la mise en fonctionnement de la station d'épuration en 1998 est très clairement marqué sur la simulation

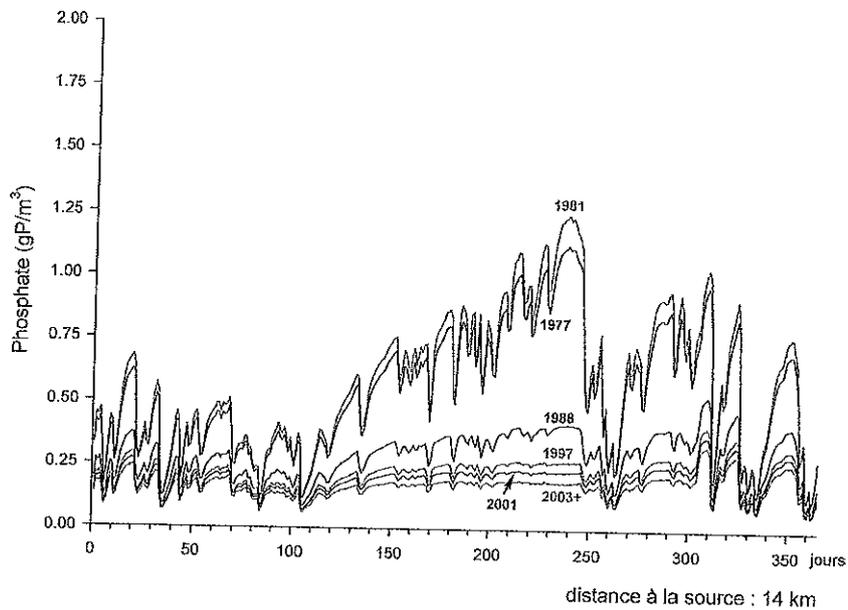


Figure 10 – Évolution de la concentration en phosphate au km 14 de 1977 à 2003 (simulations).

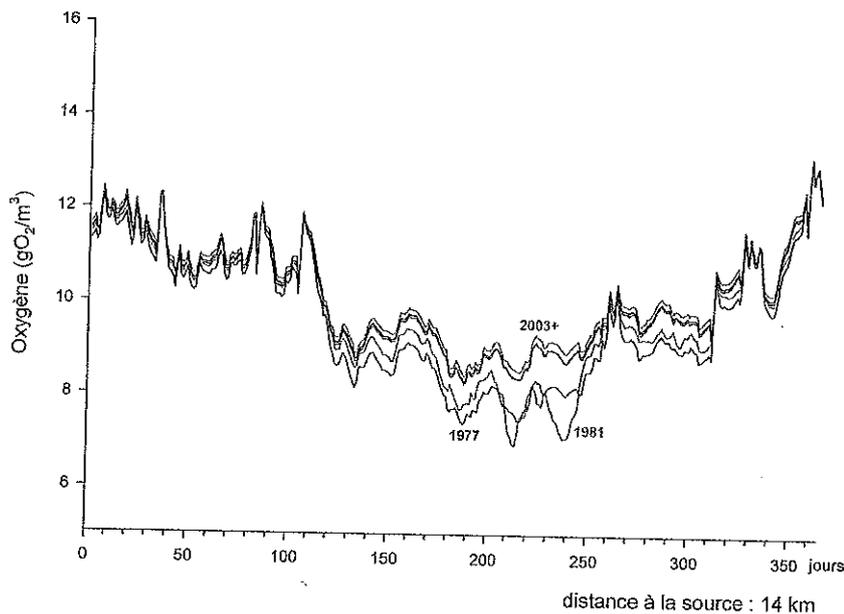


Figure 11 – Évolution de la concentration en oxygène au km 14 de 1977 à 2003 (simulations).

correspondant à l'année 2001 : on relève une diminution de la DCO et des concentrations en ammonium et phosphate, tandis que la concentration en oxygène augmente.

Profils longitudinaux

En l'absence de collecteur (soit la situation de 1977), il existe un pic de concentration en ammonium ainsi qu'un pic de DCO à la confluence avec le Tüljebach (Figures 16 et 17). Cet apport de pollution résulte du rejet des eaux usées de La Calamine directement dans le Tüljebach.

Par la suite, à mesure de la construction du collecteur principal le long de la Gueule, ce pic de pollution est progressivement déplacé vers l'aval, à l'endroit où les eaux usées collectées sont déversées dans la rivière entraînant une dégradation ponctuelle de la qualité de l'eau. Après la mise en service de la station d'épuration de Plombières en 1998, la charge polluante est absorbée et le pic de pollution disparaît.

Le même type d'évolution est observé pour la concentration en phosphate (Figure 18), à la différence que l'intensité du pic de pollution s'amenuise dès 1988 pour les raisons que nous avons déjà évoquées par ailleurs (utilisation des

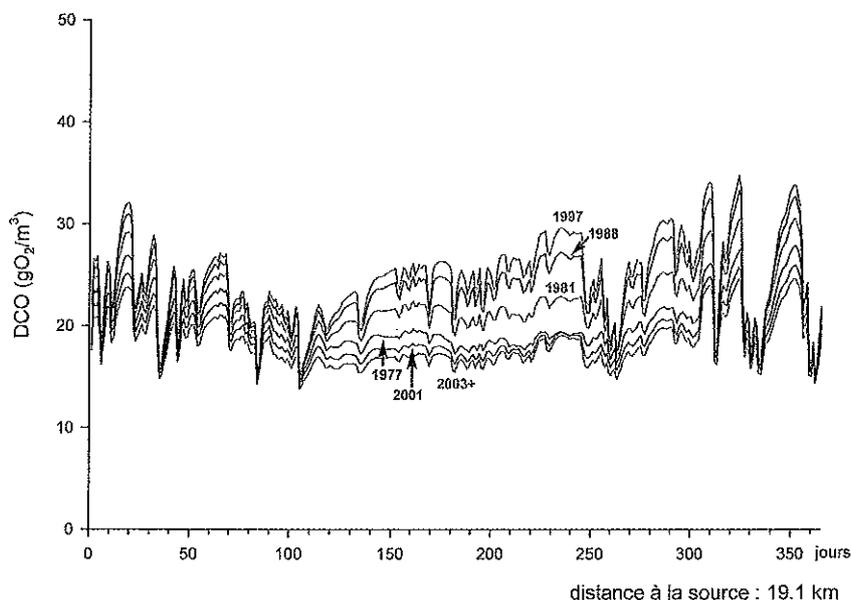


Figure 12 – Évolution de la DCO au km 19.1 de 1977 à 2003 (simulations).

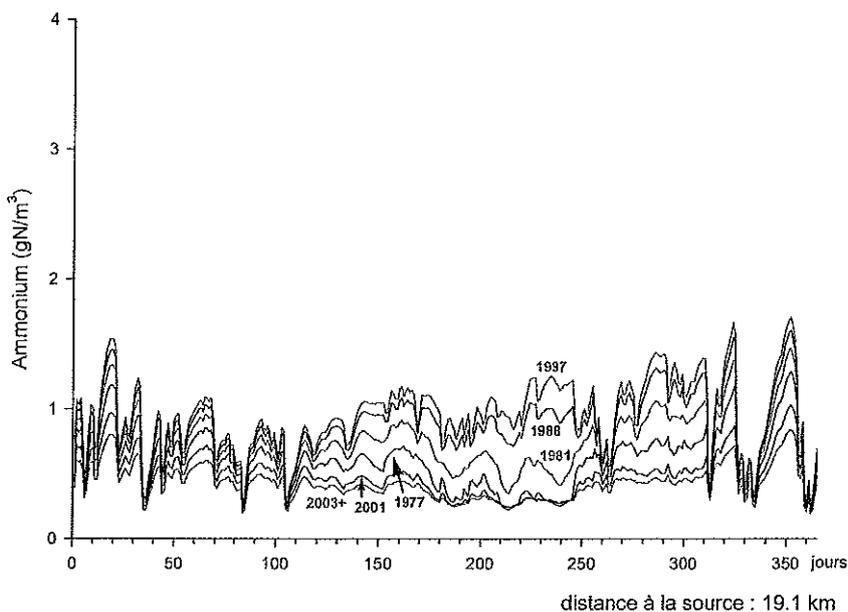


Figure 13 – Évolution de la concentration en ammonium au km 19.1 de 1977 à 2003 (simulations).

lessives sans phosphate). On notera également que pour chaque pic observé en ammonium, DCO et phosphate, la concentration en oxygène se trouve diminuée (Figure 19). Ainsi, parallèlement au déplacement du pic de pollution lié à l'implantation progressive du collecteur principal de la Gueule qui amène toujours plus en aval les eaux usées qui sont collectées, on observe également le déplacement d'un minimum de la concentration en oxygène.

CONCLUSIONS

Les différentes simulations réalisées en introduisant dans le modèle mathématique PEGASE des données fines relatives à l'implantation d'un réseau d'assainissement et à l'urbanisation, en lieu et place des données (basées sur les secteurs statistiques et les PCGE) généralement utilisées, ont permis :

- d'améliorer sensiblement la qualité des simulations du bassin de la Gueule ;
- d'analyser l'impact du développement des réseaux de collecte et d'égouttage sur la qualité des eaux de surface ;

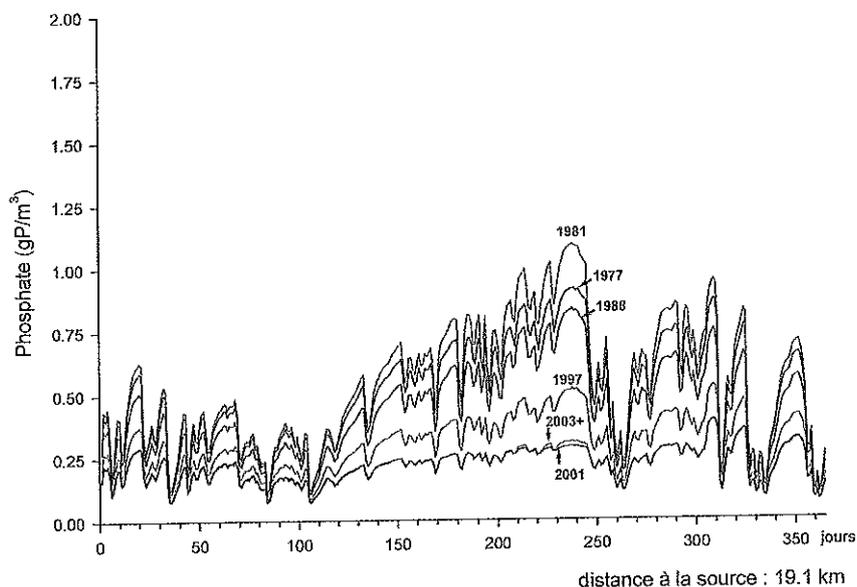


Figure 14 – Évolution de la concentration en phosphate au km 19.1 de 1977 à 2003 (simulations).

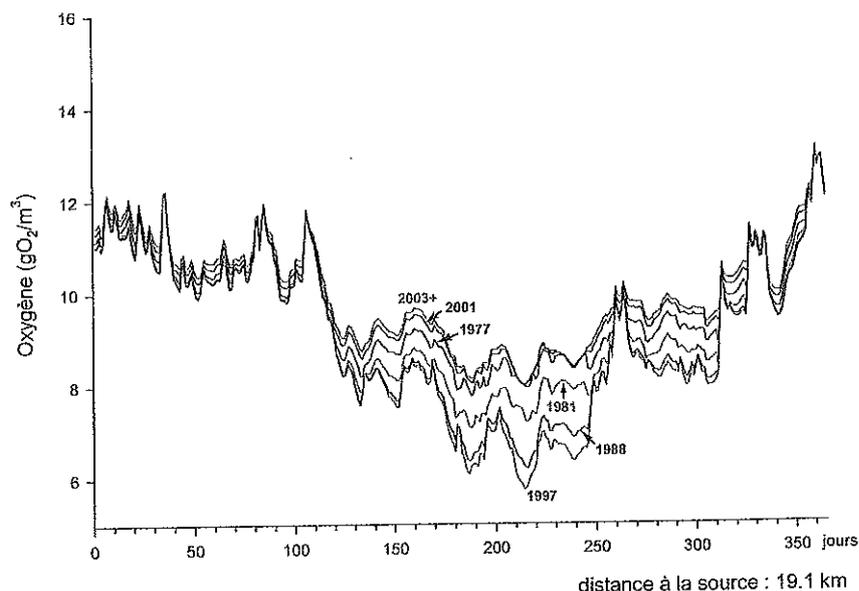


Figure 15 – Évolution de la concentration en oxygène au km 19.1 de 1977 à 2003 (simulations).

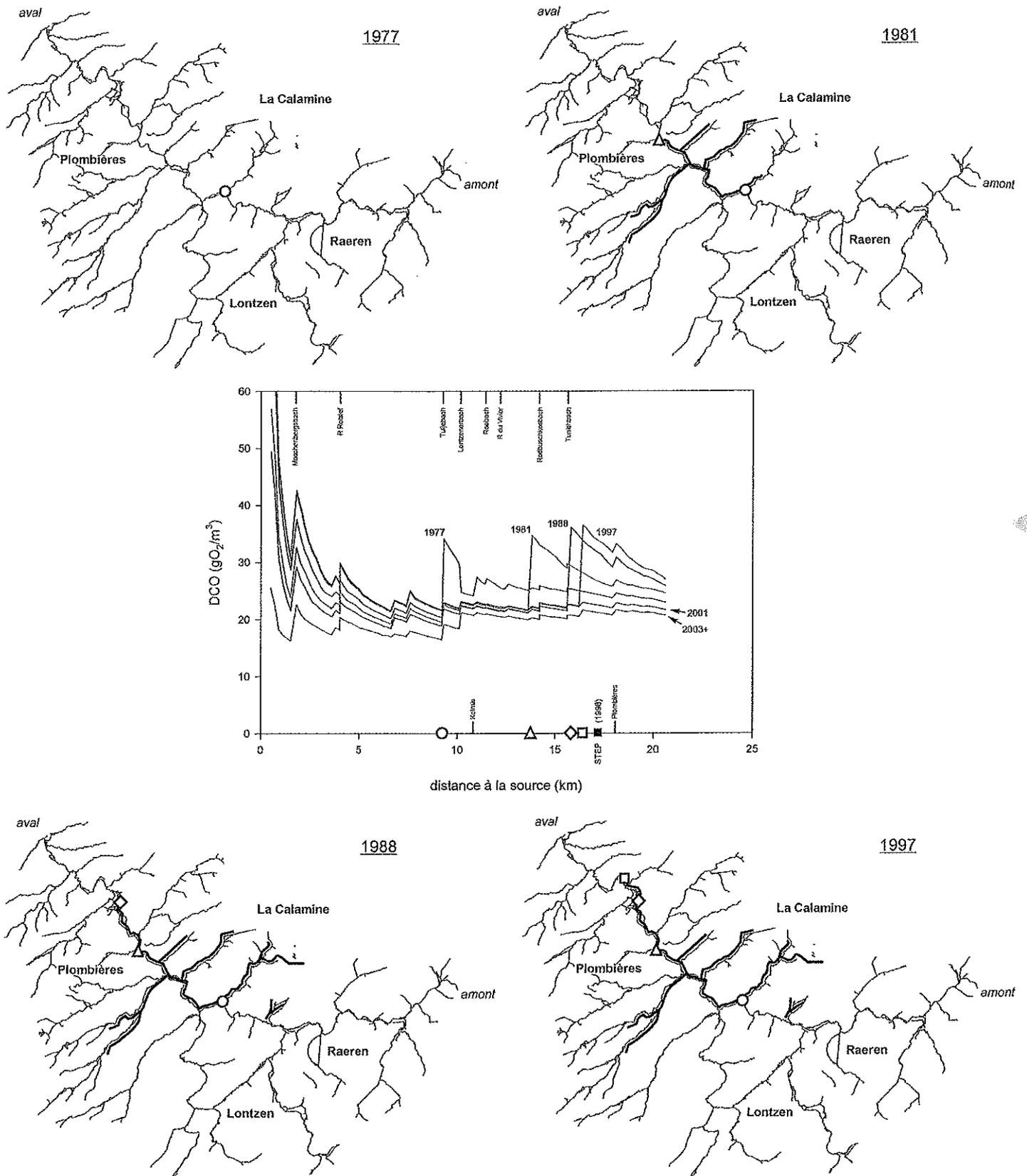


Figure 16 – Profils longitudinaux de la DCO dans le réseau hydrographique de 1977 à 2003 (simulations) en relation avec l'implantation du réseau d'assainissement.

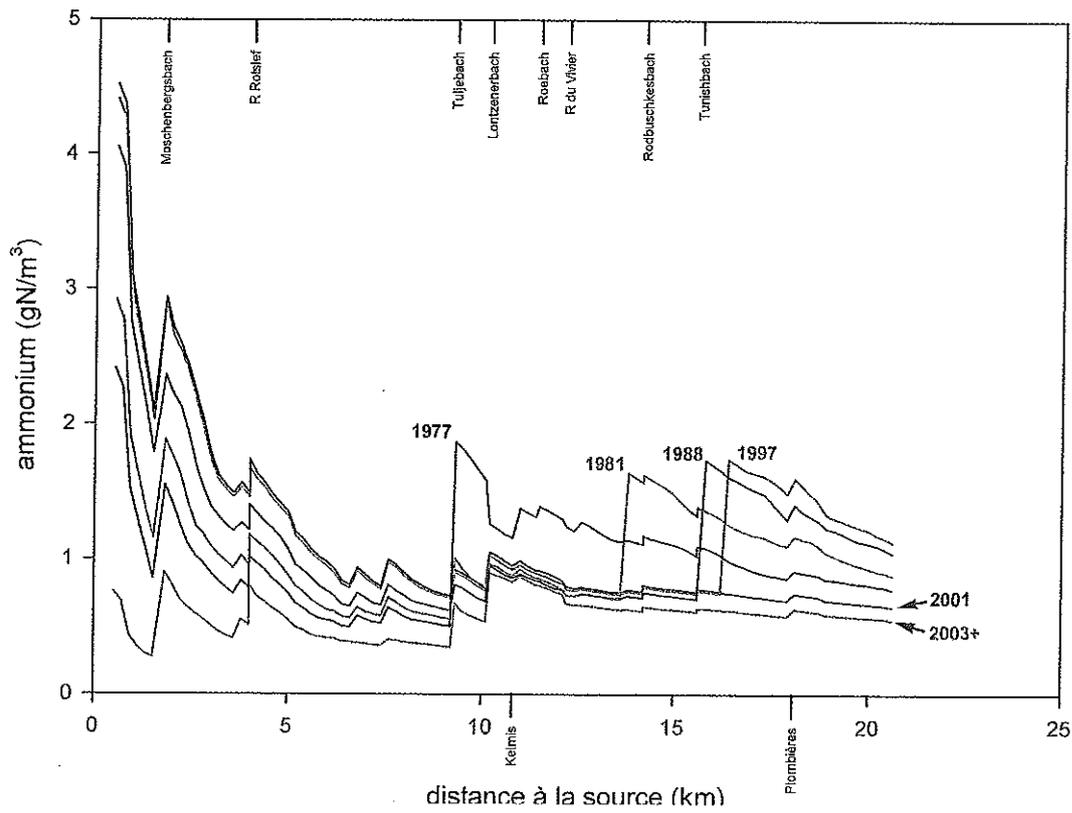


Figure 17 – Profils longitudinaux de la concentration en ammonium dans le réseau hydrographique de 1977 à 2003 (simulations).

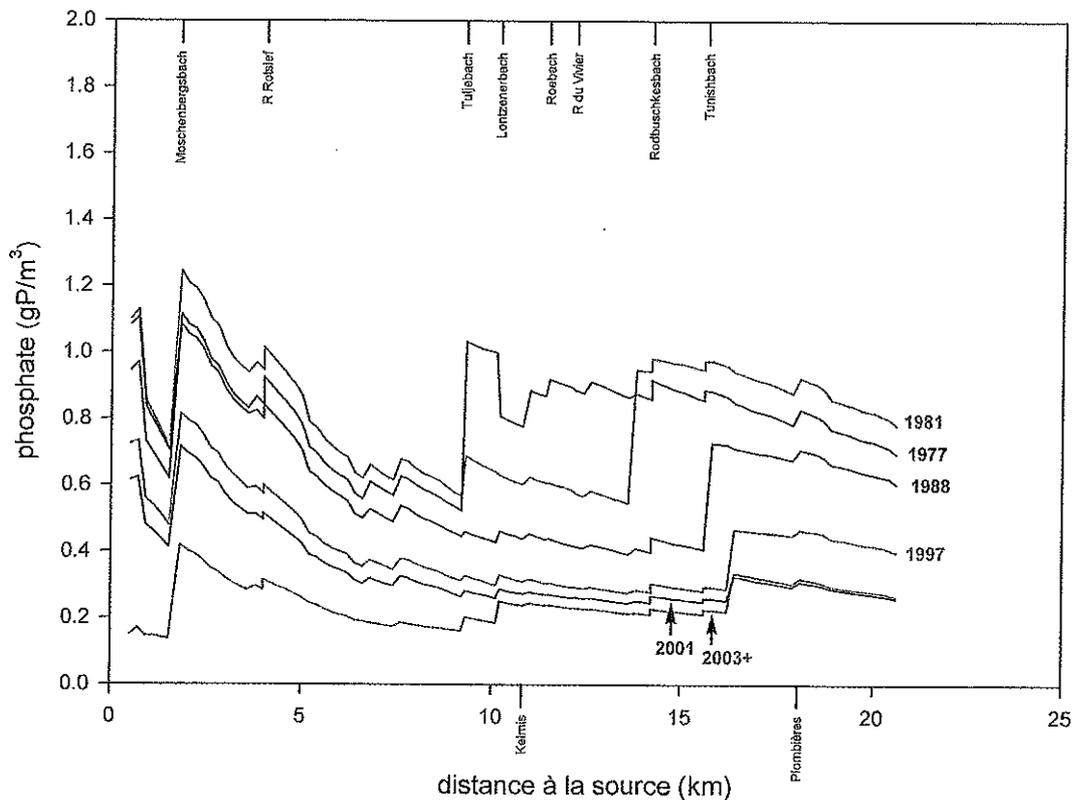


Figure 18 – Profils longitudinaux de la concentration en phosphate dans le réseau hydrographique de 1977 à 2003 (simulations).

- de mettre en évidence les phénomènes de concentration de la pollution par des portions de collecteurs inachevés ;
- d'estimer l'effet de la station d'épuration de Plombières sur le rétablissement de la qualité de l'eau de la Gueule après 1998 ;
- d'expliquer pourquoi la mise en service de cette station ne permet actuellement pas d'atteindre à la frontière néerlandaise une qualité des eaux meilleures que celle qu'il y avait fin des années 70 avant la mise en place du réseau d'égouttage.

Ces données fines et ces simulations devraient maintenant permettre d'améliorer la connaissance et la modélisation des processus relatifs aux rejets domestiques non rejetés en égouts (rejets « dispersés »).

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet Crescendeau, avec le support des fonds structurels Objectif II financés par le Feder et la Région wallonne.

Pour leur collaboration dans la collecte des données relatives à l'implantation des collecteurs : M. Bolsee du Service Technique Provincial et M. Georgin de l'AIDE.

Pour les données relatives à la qualité de l'eau : M. Adam (SPAQuE), M. Bonni (Agence de Développement Local - Plombières), M. Dengis (ISSEP), M. Herman (Association theutoise pour l'environnement asbl) et M. Wylock (DGRNE).

Les administrations communales qui ont autorisé la consultation des archives utiles, en particulier MM. Franssen (Premier Échevin de Lontzen), Rotheudt (Échevin des travaux de La Calamine) et Schonmaker (Secrétaire Communal de Plombières).

Pour l'aide apportée dans la collecte des données relatives à l'urbanisation et l'implantation du réseau d'égouttage : M^{me} Gehlen (administration communale de Lontzen, service de la population), M^{me} Hilligsmann (administration communale de La Calamine, service de la population), M^{me} Kever (administration communale de Raeren, service de la population), M. Kreusen (administration communale de La Calamine, service bâtiments), M. Paulus (administration communale de Plombières, service de l'urbanisme), M. Piette (administration communale de Plombières, service de la population), M^{me} Reip (administration communale de Lontzen, service de l'urbanisme) et M. Timmerman (administration communale de Raeren, service des travaux).

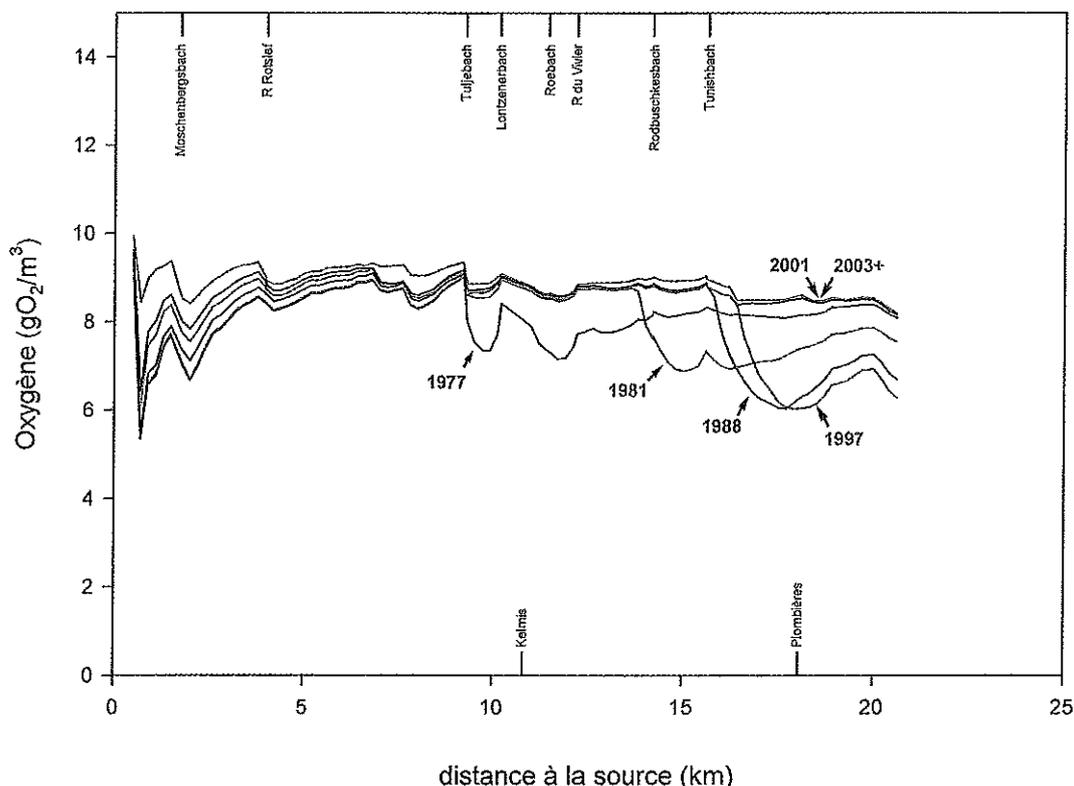


Figure 19 – Profils longitudinaux de la concentration en oxygène dans le réseau hydrographique de 1977 à 2003 (simulations).

RÉFÉRENCES

BASTIN B. (2003). Aquapôle - Unité d'intégration, rapport d'activités 2003.
 BASTIN B. (2004). Aquapôle - Unité d'intégration, rapport d'activités 2004.
 EVERBECQ E., DELIEGE J.F., BOUROUAG T., DZISIAK J.P. (2001). Rapport CEME/ULg. PIRENE - rapport annuel novembre 2000/octobre 2001. Rapport annexe : estimation des rejets.
 EVERBECQ E., DELIEGE J.F., BOUROUAG T., SMITZ J. (2004). Rapport CEME/ULg. PEGASE - Planification Et Gestion de l'Assainissement des eaux. Annexe : modélisation de l'écosystème aquatique.

LEENAERS H. (1989). The dispersal of metal mining wastes in the catchment of the river Geul (Belgium - The Netherlands). Netherlands Geographical Studies, volume 102.
 SEFFER J. (1996). Elaboration et proposition de classement sur diverses zones humides situées dans la vallée de la Gueule (TFE).
 SMITZ J., EVERBECQ E., DELIEGE J.F., DESCY J.P., WOLLAST R., VANDERBORGHT J.P. (1997). Pégase, une modélisation et un outil de simulation prévisionnelle pour la gestion de la qualité des eaux de surface. Tribune de l'eau. 588(4), 73-82.




CEBEDEAU Centre Belge d'Etude et de Documentation de l'Eau

CEBEDEAU a.s.b.l.
Centre de Recherche Indépendant
Plus de 59 ans d'expérience en gestion et traitement des eaux

Domaines de compétence et services :

- Laboratoire d'analyses agréé
- Prélèvements et contrôles officiels des eaux
- Gestion des eaux usées industrielles (inventaires, réduction à la source)
- Traitabilité des eaux usées urbaines et industrielles
- Mise au point et calcul de filières d'épuration
- Etudes diagnostiques et de réhabilitation d'installations d'épuration
- Assistance dans la constitution de dossiers techniques
- Assainissement autonome
- Stages de formation
- Conférences et publications spécialisées (catalogue sur demande)

CEBEDEAU a.s.b.l.
 3, chemin des Chevreuils
 Bât. B53
 B-4000 Liège
 Tél. (04) 252 12 33
 Fax (04) 254 03 63

Directeur : L. Vandevenne
 E-mail : lvdenne@ulg.ac.be
Relations extérieures :
D. Van Den Ackerveken
 E-mail : dvda@cebedeau.be
www.cebedeau.be