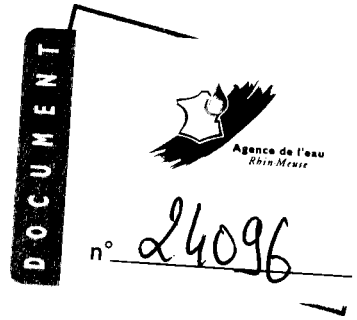


**LADA Christelle**

**MANSARD Marie-Lise**

**BTSA Gestion et Maîtrise de l'Eau**



# **PEGASE**



## **Planification Et Gestion de l'ASSainissement des Eaux**

**Agence de l'Eau Rhin-Meuse  
Module d'Initiative Locale Qualité de l'eau  
Mars 2000**

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION

**Préface** : Les Agences de l'Eau

1. PEGASE : une réponse aux besoins de l'Agence de l'Eau	p1
2. PEGASE	p2
2.1. Un modèle informatique	p2
2.2. Principe de fonctionnement	p3
2.2.1. Les données	p3
2.2.2. Les calculs	p5
2.2.3. Les résultats	p5
3. L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et PEGASE	p6
3.1. Ses fonctions au sein de l'Agence	p6
3.2. Les perspectives d'utilisation de PEGASE : les SAGE	p8
4. Un exemple : le contour du Thillot	p9
4.1. Le problème	p9
4.2. Les simulations proposées par PEGASE	p10

## CONCLUSION

# INTRODUCTION

La formation de Brevet de Technicien Supérieur Agricole Gestion et Maîtrise de l'Eau comporte un Module d'Initiative Locale Qualité de l'Eau, que nous avons effectué au sein de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.

**Les** objectifs de ce module sont de découvrir un projet relatif à la **qualité** de l'eau en groupe de travail autonome.

Cette semaine passée au **côté** de Monsieur Guillaume DEMORTIER, qui nous **a** encadré dans l'apprentissage du **modèle** informatique PEGASE, nous a permis de découvrir la division Milieu Naturel et Données Techniques.

A l'issue de cette période, nous avons produit ce rapport. Il présente PEGASE, un outil informatique d'aide **à** la décision qui permet aux agents de cette division de formuler des conseils techniques destinés aux chargés d'affaires qui élaborent **les** projets d'assainissement.

Il est important de comprendre, dans un premier temps, comment PEGASE répond aux besoins de l'Agence avant de le présenter en tant que **modèle** informatique.

La troisième partie s'attachera **à décrire** le rôle de PEGASE au sein de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, avant d'illustrer ces propos par un exemple réel.

# PREFACE

## LES AGENCES DE L'EAU

Les Agences de l'Eau ont été créées par la "Loi sur l'Eau" du 16 décembre 1964 dans le but de gérer le régime et la répartition des eaux et de lutter contre leur pollution. Elles jouent un rôle fondamental dans le développement de la politique de l'eau en France.

Leur principal rôle est de garantir des ressources en eau de qualité en quantité suffisante, correspondant à certaines normes, françaises et européennes.

Ces établissements publics de l'Etat à autonomie financière sont chargés de financer des études et des travaux pour lutter contre la pollution et pour aménager les ressources en eau.

Les ressources financières, qui leur confèrent un pouvoir d'incitation auprès de leurs interlocuteurs, sont alimentées par des redevances qu'elles perçoivent auprès de tous les usagers de l'eau : redevances de prélèvement (sur les volumes d'eau prélevés) et redevances de lutte contre la pollution (quantité de pollutions émises). Elles peuvent générer des subventions et des prêts pour faciliter tel ou tel investissement (systèmes d'assainissement...) aux collectivités locales, aux industriels qui investissent pour dépolluer et aux agriculteurs...C'est le système "pollueur-payeur" et "qui dépollue est aidé".

6 agences couvrent toute la France métropolitaine et sont réparties suivant les grands bassins hydrographiques.

Chaque bassin hydrographique comporte :

**Un comité de bassin** représenté par :

- les différentes catégories d'usagers
- les collectivités locales
- des personnes désignées par l'Etat

**Le comité** de bassin vote le programme d'activité quinquennal, le système général de redevances (barèmes, assiettes et taux de ces redevances). Il met en œuvre le **SDAGE** (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) et émet des avis sur l'opportunité de grands aménagements hydrauliques et sur l'application de réglementation.

**Une Agence de l'Eau** avec un Conseil d'Administration, qui est un modèle réduit du comité de bassin, mais comportant en plus un représentant syndical élu.

Son président est nommé par le Ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.

Le Conseil d'Administration règle les Affaires de l'Agence (budget, compte financier, programme général d'activité, conditions d'attribution des aides..).

Ils **définissent** des actions de développement et de protection des ressources en eau et de lutte contre les inondations.

Ainsi, PEGASE, en tant qu'outil d'aide à la décision permet de vérifier que la mise en place d'un projet d'aménagement correspond aux objectifs du SAGE.

L'utilisation de PEGASE est donc une perspective d'évolution de la mise en place des SAGE dans l'application des programmes d'actions de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse.

Le logiciel PEGASE n'est pour l'instant utilisé que par trois Agences de l'Eau : Artois-Picardie, Loire-Bretagne et Rhin-Meuse. Seule cette dernière possède un programme opérationnel et l'utilise couramment.

#### 4. **Un exemple : le canton du Thillot**

##### 4.1. **Le problème**

Dans le cadre d'un projet d'assainissement des communes du canton du Thillot et de l'aménagement de la Moselle amont, le problème **était** de placer et de **dénombrer** les stations d'épuration à mettre en place. Dans cette optique, l'Agence a été sollicitée afin de proposer la solution qui lui semblait la mieux adaptée. PEGASE a donc été choisi pour traiter ce projet.

En effet, le fleuve Moselle traverse ce canton et ce projet doit être en accord avec les objectifs de qualité du tronçon concerné.

5 scénarios d'assainissement ont été imaginés, 3 ont **été** simulés par PEGASE puis comparés en fonction des résultats obtenus, des contraintes techniques et économiques ; les deux autres scénarios ont **été écartés** dès le départ car ils étaient difficiles à réaliser matériellement ou financièrement.

Ainsi, le scénario 1 raccordait toutes les communes sur une grosse station à Rupt-sur-Moselle, en amont du secteur ; le scénario 3 comportait trois stations le long de la Moselle ; le scénario 5 comportait une station de plus que le scénario 3.

#### 4.2. Les simulations proposées par PEGASE

Sur **les** cartes, que l'on peut consulter aux pages suivantes, le cours d'eau concerné (la Moselle) est surligné, les carrés verts représentent les stations d'épuration existantes et les points rouges, les communes.

##### \* Situation initiale

Il existe **5** stations d'épuration, ce qui représente cinq points de rejets dans **la** Moselle, ce qui donne une qualité d'eau passable pour les tronçons concernés.

##### \* Scénario 1

L'implantation d'une seule grosse station d'épuration, collectant toutes les communes, ne garantit pas l'objectif de **qualité** en aval du point de rejet alors que le reste du cours d'eau retrouve une bonne qualité.

##### \* Scénario 3

Ce **cas** de figure (3 stations) présente une qualité passable sur une plus petite distance. La dégradation de la **qualité** avale n'existe plus parce que la pollution amont est moindre (2 points **de** rejets).

##### \* Scénario 5

Cette simulation montre une faible amélioration par rapport **à** la situation initiale.

Les simulations effectuées par PEGASE montrent que les trois scénarios envisagés entraînent une amélioration de la qualité de l'eau.

A quelques exceptions près, les objectifs de qualité sont respectés, mais les différences de résultats en terme de qualité sur le milieu ne justifient pas les différences de **coûts** (rapport coût/efficacité).

Ces résultats ont servi de base à une expertise, reprise ensuite à partir de critères de choix d'ordre techniques et financiers.

Là encore, PEGASE s'est avéré être un outil d'aide à la décision efficace.

Le scénario 1 engendre des coûts importants vis à vis des besoins matériels d'acheminement vers l'unique station. Le scénario 5 crée plus de pollution et plus de frais que le scénario 3. C'est donc le scénario 3 qui a été proposé par l'Agence parce qu'il semblait être le meilleur compromis.



# CONCLUSION

Après quelques mois d'utilisation au sein de l'Agence, on peut dresser un bilan de l'insertion du modèle informatique PEGASE comme outil d'aide à la décision dans les projets d'assainissement étudiés et financés par l'AERM.

PEGASE a rempli sa mission d'aide à la planification et à la gestion de l'assainissement de l'eau parce qu'il a permis de répondre aux attentes de comparaisons des scénarios d'épuration et de dépollutions industrielles.

En effet, il permet un gain de temps et d'objectivité dans le traitement des dossiers d'aide. De plus, il possède un aspect avantageux dans la mesure où il réalise le traitement de grands bassins versants. Cela a contribué à l'avancement de la gestion intégrée bassin versant/milieus naturels : le bassin versant est maintenant considéré comme un système.

PEGASE, a également mis en évidence des imperfections dans le système informatique de l'Agence et donc l'identification des points faibles à travailler.

PEGASE est un outil complexe et complet, ce qui implique qu'il est possible d'étendre son utilisation à d'autres fonctions que celles des simulations d'assainissement, mais son fonctionnement interne reste en grande partie inexploré et ses capacités ne sont pas encore toutes utilisées.

De plus, des évolutions, pour une adaptation plus pointue au bassin Rhin-Meuse sont prévues, mais la mise à jour et la maintenance ne sont réalisables que par les universités belges, ce qui pose quelques problèmes en terme de délais et de praticité.

Ainsi, on peut imaginer qu'une prochaine évolution permettra, pour les années à venir, un mode d'échange interactif entre les utilisateurs et les concepteurs.

Cependant, l'utilisation de PEGASE dans le bassin Rhin-Meuse a montré quelques limites, notamment au niveau du traitement de données sur des très petits bassins versants où on a constaté une grande imprécision.

## 1. PEGASE : une réponse aux besoins de l'Agence de l'Eau

Le programme PEGASE a été mis au point par trois équipes universitaires belges, en réponse à un besoin de l'Administration Régionale Wallonne en 1988.

L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse a, dans le cadre de **ses** missions, ressenti le besoin de **s'équiper** d'un outil de planification et de gestion des eaux superficielles. **Elle** s'est donc intéressée à ce projet et a demandé une **étude**, en 1993, destinée à adapter la méthodologie au bassin Rhin-Meuse.

Dans un premier temps, on a soumis à Pégase **des** paramètres donnant des résultats connus afin d'apprécier la **faisabilité** technique (est-ce que l'Agence était capable de fournir précisément tous **les** renseignements nécessaires au fonctionnement de PEGASE ? nombre de station d'épuration, lieu..) et la pertinence de sa réponse (comparaison **simulation/réalité**). Partant du constat que le projet était applicable dans **le** bassin Rhin-Meuse, une **série** de modifications et d'amélioration a été réalisée grâce à l'insertion des données de base du bassin dans le programme.

L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM) peut donc utiliser PEGASE pour un certain nombre de projets en cours, en tant qu'outil d'aide à la décision.

Lorsqu'**elle** a un projet de financement d'actions de dépollution, **le** logiciel lui permet d'**évaluer** **les** effets de réduction des émissions polluantes de chaque possibilité **proposée** et de choisir la solution la mieux adaptée en tenant compte des paramètres **technico-économiques, non-intégrés** dans PEGASE.

Cela lui permet donc de distribuer des aides aux actions prioritaires' selon l'importance de l'impact sur **le** milieu naturel.

Dans un autre registre, **il** lui permet de prévoir l'évolution de l'eutrophisation des cours d'eau en fonction **de** l'évolution du milieu.. **De** plus, **il** va permettre de positionner de manière optimale **les** points de mesures d'un réseau de surveillance des **rivières**, et d'aider à l'interprétation des résultats.

## 2. PEGASE

PEGASE : Planification Et Gestion de l'Assainissement des Eaux.

### 2.1. Un modèle infonnataieue

PEGASE est un modèle informatique de simulation de la qualité des eaux superficielles : c'est un outil d'AIDE à la décision.

Ce modèle comporte plusieurs **caractéristiques** nécessaires à l'analyse.

4 PEGASE est un modèle intégré bassin versant/réseau hydrographique, ce qui signifie que PEGASE ne traite pas un cours d'eau seul, mais en fonction du bassin versant auquel il appartient. Il est orienté vers la gestion quantitative et qualitative des eaux de surface.

\* Chaque cours d'eau et ses affluents est représenté par une structure en arbre, c'est à dire qu'il prend en compte le cours d'eau principal et ses affluents en tant que système (traitement simultané de plusieurs centaines de rivières, possibilité de représenter **les** points de prélèvement d'eau, d'apports, de dérivation...). Cela permet une visualisation des bassins versants qui peuvent atteindre plusieurs milliers de km<sup>2</sup>.

\* Il contient une représentation structurée des diverses origines de pollution (urbaines, agricoles, industrielles).

\* Les différents rejets peuvent être datés et ainsi leur évolution peut être suivie à plus ou moins long terme.

4 PEGASE permet la représentation de la pollution organique (carbone, phosphore, oxygène, azote), des activités biologiques (auto-épuration, eutrophisation de l'eau) sous forme de graphique.

Ainsi, pour un projet donné, on envisage plusieurs scénarios d'épuration pour lesquels on effectue des simulations prévisionnelles de la qualité des eaux. Elles sont fonction des différents apports de pollutions que l'utilisateur peut faire varier.

PEGASE va, à partir des situations proposées, donner pour chacune les différents impacts existants sur la qualité de l'eau et mettre en évidence le résultat le moins polluant.

A partir de ces simulations, l'utilisateur doit mettre en parallèle la qualité de l'eau et les paramètres technico-économiques (non intégrés dans le programme) pour choisir l'aménagement le mieux adapté.

## 2.2. **Principe de fonctionnement**

Il existe trois grandes étapes pour permettre à PEGASE d'effectuer une simulation des scénarios proposés.

### 2.2.1. **Les données**

#### ***Représentation*** du milieu physique

##### \* **Les fonds de carte :**

- **l'occupation des sols** (forêt, prairies, cultures, zones urbanisées)

Elle permet de déterminer les apports diffus de pollution. Pour l'évaluer, on utilise la télédétection, les photos satellitaires, les photos aériennes... ; la numérisation des cartes (IGN) ; l'utilisation des statistiques communales (cadastre, recensement...)

L'utilisateur n'a pas la possibilité de changer ces paramètres, il doit attendre les différentes mises à jour réalisées par les organismes concernés. En effet, ces modifications nécessitent l'intervention des concepteurs du programme au travers d'un contrat d'assistance technique avec Liège.

- les bassins versants

Leurs délimitations ne sont pas réalisées par PEGASE, elles sont insérées dans le référentiel cartographique.

Ils sont déterminés par expertise des hydrologues de l'Agence.

Avec l'aide d'un modèle numérique de terrain (**MNT**) et des tracés numérisés des cours d'eau et après traitement informatique et mathématique' on obtient la relation point d'émission/point d'impact.

- Le relief

Il est établi à partir du **MNT**.

#### 4 Les données hydrographiques

Ce poste comprend le tracé des rivières, leurs débits de références et les données relatives aux infiltrations, prélèvements et restitutions.

Ces données sont paramétrables, elles peuvent être modifiées par l'utilisateur en fonction de chaque scénario.

#### \* Les données de rejets

Pour faire fonctionner PEGASE, il est nécessaire d'effectuer un inventaire et une évaluation des apports et des rejets. Certains sont précis alors que d'autres sont basés sur des tendances, c'est **le cas** des apports agricoles qui ne peuvent être mesurés précisément. **A l'inverse** les rejets et les apports ponctuels (station d'épuration.. .) **sont** facilement modulables.

Ils sont classés en trois groupes en fonction des types de pollution :

- apports et rejets ponctuels 0 pollution à un point précis et identifiable (station, industries...).
- apports et rejets dispersés 0 pollution non localisée précisément (rejets domestiques non collectés)
- apports diffus □ apports des sols

Certaines de **ces** données sont **évaluées** en fonction d'informations socio-économiques (recensement population, cheptel...).

### **2.2.2. Les calculs**

Le modèle informatique effectue, à partir des données citées précédemment] toute une série de calculs destinés à fournir des renseignements pour l'établissement des résultats de simulation.

Ainsi PEGASE fait des calculs :

- de débits en tout point **à** partir des débits de référence qui ne sont fournis que pour des points **clés**
- des rejets domestiques et industriels en fonction des scénarios de dépollution des points de rejets par rapport au point de démission, **à** partir du **recalcul** des pentes
- des apports **de** pollution des **sols** en fonction de leur occupation
- de la production végétale pour prendre en compte la consommation des nutriments] la production de biomasse et d'**oxygène**
- de la **réoxygénation** selon la morphologie des cours d'eau
- de **la** biodégradation des matières organiques
- des concentrations de chaque paramètre (carbone, azote, phosphore..) le long du cours d'eau

### **2.2.3. Les résultats**

La restitution des résultats se fait sous forme de simulation explicitée par des cartes, **où l'on** peut voir la qualité des eaux. Parallèlement le logiciel fournit des courbes simulant l'**évolution** des concentrations des différents **paramètres** le long des cours d'eau et le calage avec la situation actuelle connue.

Ainsi, PEGASE fournit une synthèse présentant la comparaison des différents scénarios avec les effets (eutrophisation, oxygénation...) pouvant être attendus sur la qualité des milieux naturels.

Ces différentes simulations permettent finalement à l'utilisateur de comparer les scénarios et lui fournissent une aide à la décision.

### **3. L'Agence de l'Eau Rhin-Meuse et PEGASE**

#### **3.1. Ses fonctions au sein de l'Agence de l'Eau**

##### **\* Un outil de travail**

Au niveau du fonctionnement interne de l'Agence, on distingue deux grandes divisions : d'un côté les charges d'affaires, chargé de l'élaboration des dossiers d'aide aux collectivités et industriels, et d'un autre les experts, chargés de faire des expertises aidant à formuler un choix pour l'attribution d'aides à un projet.

PEGASE permet à la division Milieu Naturel et Données Techniques de réaliser un dossier de soutien technique permettant aux charges d'affaires des divisions concernés de mettre en œuvre leur projet.

Les missions de l'Agence de l'Eau sont fixées sur des objectifs de priorité d'intervention pour attribuer des aides.

PEGASE est un outil, qui vient en complément des outils classiques et simplifiés utilisés auparavant, plus rapide et plus complet, en accord avec les missions de l'Agence.

#### **4 Une adaptation nécessaire au cas du bassin Rhin-Meuse**

Pour pouvoir appliquer la méthodologie de PEGASE au bassin Rhin-Meuse, il a fallu faire un travail de collecte et de structuration des données propre à l'Agence.

Grâce à ces adaptations, PEGASE peut analyser les cours d'eau en incluant les canaux et travailler sur de grande surface (plusieurs milliers de km<sup>2</sup>).

Il a fallu adapter PEGASE, de façon à ce qu'il comprenne et adopte le code couleur mis au point par les différents acteurs de l'eau, sur l'initiative du Ministère de l'Environnement en 1971.

Une circulaire interministérielle a conduit à fixer, de façon réglementaire, des objectifs de qualité des cours d'eau à respecter.

Ainsi, elle a donné lieu à l'élaboration d'une classification exprimant les différents niveaux de qualité d'eau. Elle est exprimée paramètre par paramètre, ce qui donne des valeurs seuil déterminant la qualité.

### \* Les améliorations apportées par l'Agence

L'interface graphique (mise en page du logiciel) a été revue et adaptée pour le fonctionnement au sein de l'Agence et une formation des utilisateurs de l'Agence a été assurée.

Le tracé des cours d'eau a été corrigé et le calcul du chemin de plus grande pente, entre le point d'émission et de le point de rejet dans les cours d'eau, a été amélioré.

L'intégration de BD-Cartage, base de données cartographiques commune à l'Agence et à l'IGN s'inspirant de BD-Carto (IGN) et de la cartographie des bassins versants (AERM), va permettre un fonctionnement optimal.

La représentation des rejets ponctuels a été affinée grâce à une meilleure connaissance typologique des stations d'épuration du bassin. Cela a permis d'améliorer les calculs et de les adapter aux situations réelles du bassin Rhin-Meuse.

La modélisation du processus de l'action du phytobentos (ensemble des plantes de grandes tailles fixées au fond des cours d'eau, à l'origine de l'eutrophisation) a été un des gros points d'amélioration du programme car celui-ci simulait mal le développement de la végétation dans certains cas critiques, sièges de développements importants.

Une étude de trois ans a permis de mieux caractériser cette végétation et ses paramètres de développement dans le bassin, ce qui a donné lieu à la réécriture des équations.



#### 4 Ce qu'il reste encore à faire...

Les équations Phytobentos restent à être insérées dans le programme PEGASE par l'université de Liège

Le sous modèle de génération de débit doit être affiné et certains processus utilisés vont être modifiés. En effet, actuellement les cours d'eau sont caractérisés par une seule valeur de débit, ce qui est loin d'approcher la réalité.

Pour remédier à ce problème, le tracé des cours d'eau sera divisé en tronçon délimité par des petits bassins versant (**-50 km<sup>2</sup>**). Pour chacun d'entre eux, **il y** aura une valeur de débit et le cours d'eau sera finalement doté de plusieurs valeurs.

Il reste encore quelques points à améliorer dans le fonctionnement de PEGASE au sein de l'Agence. En effet, **il** faut envisager la mise en place d'une mise à jour automatique des rejets de stations d'épuration car ce travail fastidieux est actuellement réalisé manuellement.

### 3.2 Les perspectives d'utilisation de PEGASE : les SAGE

Les SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement de Gestion des Eaux) ont été créés par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 dans le but de répondre au texte qui dit que "l'eau fait partie du patrimoine commun de la Nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource dans le respect des équilibres naturels sont d'intérêt général.". Ils fixent un cadre des préconisations générales à respecter dans chaque bassin.

Dans cette optique, les SAGE (Schéma d'aménagement et de Gestion des Eaux) sont destinés à fixer des objectifs plus précis de qualité à atteindre dans un délai donné pour une zone géographique bien délimitée.

Ils sont à l'initiative des acteurs locaux, ils répartissent l'eau entre les différentes catégories d'utilisateurs, ils identifient et protègent les milieux aquatiques sensibles.