



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



Ministère de l'agriculture  
de l'alimentation  
de la pêche  
et des affaires rurales



MINISTÈRE DE  
L'ÉCOLOGIE ET DU  
DÉVELOPPEMENT DURABLE

## **CORPEN**

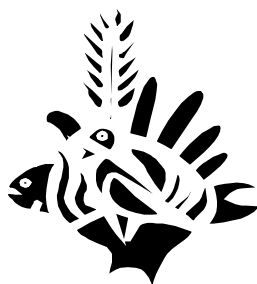
COMITE D'ORIENTATION POUR DES PRATIQUES AGRICOLES RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT

# **Eléments méthodologiques pour un DIAGNOSTIC RÉGIONAL et un suivi de la contamination des eaux liée à l'utilisation des produits phytosanitaires**

---

**Utilisation des outils de traitement de l'information géographique : SIG**

---



***GROUPE PHYTOPRAT-SIG – MAI 2003***



# LE CORPEN

## COMITE D'ORIENTATION POUR DES PRATIQUES AGRICOLES RESPECTUEUSES DE L'ENVIRONNEMENT

Créé en 1984, sur décision des ministres chargés de l'environnement et de l'agriculture, son domaine d'action visait la pollution de l'eau par les nitrates et les phosphates provenant des activités agricoles. Il a été étendu en 1992 aux pollutions par les produits phytosanitaires. En 2001, son domaine d'action est élargi et devient les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (aquifères, milieux aquatiques, air et sols).

### SES OBJECTIFS ET SES MISSIONS

Le CORPEN est un lieu de concertation entre tous les acteurs concernés par les relations entre agriculture et environnement. Le CORPEN fait aux ministres chargés de l'agriculture et de l'environnement toutes suggestions qui lui paraissent appropriées pour réorienter, compléter ou renforcer les politiques publiques.

Il élabore des outils servant aux agriculteurs pour modifier leurs pratiques en vue d'une réduction de leur incidence environnementale, en tenant compte de leur impact sur l'économie de l'exploitation.

Il fournit des éléments techniques à l'administration et l'aide ainsi à adapter ses politiques publiques aux contextes locaux et à participer aux négociations internationales.

### SES CIBLES

Les agriculteurs par l'intermédiaire de leurs conseillers et prescripteurs

Les enseignants agricoles

Les administrations et les élus

### SON MODE DE TRAVAIL

**Des groupes** réunissant des experts de tous les organismes concernés par le sujet traité font la synthèse des connaissances scientifiques et techniques disponibles. Ils proposent ensuite des recommandations techniques pour les agriculteurs, ils évaluent leur coût de mise en œuvre et ils examinent leur incidence en terme de gestion de l'espace.

**Un bureau**, qui se réunit trois à quatre fois par an, approuve, sur la base des propositions des groupes, les messages faisant l'objet d'un consensus. Les recommandations formulées constituent les meilleures pratiques environnementales et font l'objet de publication.

**Un comité plénier annuel**, en présence des représentants des ministres, évalue le travail effectué dans l'année écoulée et fixe les priorités pour l'année suivante.

### SA COMPOSITION

Elle évolue en fonction de l'extension du domaine d'action du CORPEN et des demandes formulées par les organismes souhaitant en faire partie. Il est composé des représentants :

#### 1 - des organisations professionnelles :

- Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture (APCA),
- Agriculture biologique (FNAB),
- Association Nationale des Industries Agro-alimentaires (ANIA),
- Association Française de Protection des Plantes (AFPP),
- Comité d'Etudes et de Liaison des Amendements minéraux basiques (CELAC),
- Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée (COMIFER)
- Fédération Nationale des Groupements de Protection des Cultures (FNGPC),
- Fédération des entreprises du Commerce et de la Distribution (FCD),
- Fédération du Négoce Agricole (FNA),
- Fédération Française des Coopératives Agricoles de Collecte, d'Approvisionnement et de Transformation (FFCAT),
- Mutualité, Coopération, Crédit (CNMCCA),
- Syndicats agricoles (FNSEA, CNJA, Confédération Paysanne),
- Syndicat Professionnel des Distributeurs d'Eau (SPDE),
- Union des Industries de la Fertilisation (UNIFA),
- Union des Industries de la Protection des Plantes (UIPP),

#### 2 - d'organisations d'usagers:

- Association des Maires de France (AMF),

- Confédération de la Consommation, du Logement et du Cadre de Vie (CSV),
- Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies (FNCCR),
- France Nature Environnement (FNE),
- Union Fédérale des Consommateurs (UFC),
- Union Nationale pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (UNPPMA),

#### 3 - des instituts et centres techniques agricoles :

ACTA, ARVALIS-Institut du végétal (maïs, céréales et fourrages), ANITTA (tabac), CETIOM (oléo-protéagineux), CTIFL (fruits et légumes), ITAB (biologique), ITAVI (aviculture), IE (élevage herbivore), ITB (betterave), ITP (porc), ITV (vigne),

#### 4 - des établissements publics de recherche :

BRGM, Cemagref, IFREMER, INERIS, INRA,

#### 5 - des Agences de l'Eau et autres établissements publics :

ADEME, CSP, IFEN,

**6 - des ministères :** agriculture, environnement, santé, économie, finances, industrie, intérieur,

**7 - des actions et opérations pilotes de terrain :** Ferti-Mieux, Irri-Mieux, Phyto-Mieux, FARRE,

#### 8 - de personnalités qualifiées

## ***Principales brochures et plaquettes publiées par le CORPEN***

### **Nitrates et phosphates**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Programme d'action pour la réduction de la pollution des eaux par les nitrates et les phosphates provenant des activités agricoles (1984)</li> <li><input type="checkbox"/> Amélioration des pratiques agricoles pour réduire les pertes de nitrates vers les eaux (1986 et actualisations en 1989 et 1993)</li> <li><input type="checkbox"/> Bilan de l'azote à l'exploitation (1988)</li> <li><input type="checkbox"/> Cahier des charges des opérations de conseil aux agriculteurs en vue de protéger l'eau contre la pollution nitratée (1991)</li> <li><input type="checkbox"/> Interculture (1991)</li> <li><input type="checkbox"/> Recueil des bases de préconisations de la fertilisation azotée (1992)</li> <li><input type="checkbox"/> Propositions pour le Code des Bonnes Pratiques Agricoles (1993)</li> <li><input type="checkbox"/> L'écu face aux nitrates (1994)</li> <li><input type="checkbox"/> Programme national de réduction de la pollution des eaux par les nitrates provenant des activités agricoles (1994)</li> <li><input type="checkbox"/> Estimation des rejets d'azote et de phosphore des élevages de porcs - Impact des modifications de conduite alimentaire et des performances techniques (1996) + plaquette (4 pages)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Estimation des rejets d'azote par les élevages avicoles (1996)</li> <li><input type="checkbox"/> Bien choisir et mieux utiliser son matériel d'épandage de lisiers ou de fumiers (1997)</li> <li><input type="checkbox"/> Estimation des rejets de phosphore par les élevages avicoles - Propositions de références provisoires (1997)</li> <li><input type="checkbox"/> Programme d'action concernant la maîtrise des rejets de phosphore provenant des activités agricoles (1998) + plaquette 6 p</li> <li><input type="checkbox"/> Fertilisation azotée de trois légumineuses : le haricot, la luzerne et le pois protéagineux (1999)</li> <li><input type="checkbox"/> Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux vaches laitières et à leur système fourrager (1999)</li> <li><input type="checkbox"/> Estimation des rejets d'azote et de phosphore par les élevages cynicoles (1999)</li> <li><input type="checkbox"/> Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance et à l'engrais, issus des troupeaux allaitants et laitiers et à leur système fourrager (2001)</li> <li><input type="checkbox"/> Les émissions d'ammoniac d'origine agricole dans l'atmosphère. Etat des connaissances et perspectives de réduction des émissions (2001)</li> <li><input type="checkbox"/> Estimation des rejets d'azote, de phosphore, de potassium, de cuivre et de zinc des porcs - Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites</li> </ul> |
|---|--|

### **Produits phytosanitaires**

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Programme d'action contre la pollution des eaux par les produits phytosanitaires provenant des activités agricoles (1994)</li> <li><input type="checkbox"/> Protection des cultures et prévention des risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires utilisés en agriculture - Recommandations générales (1995) + plaquette (4 pages)</li> <li><input type="checkbox"/> Qualité des eaux et produits phytosanitaires - Propositions pour une démarche de diagnostic (1996)</li> <li><input type="checkbox"/> Techniques d'application et de manipulation (TAM) des produits phytosanitaires utilisés en agriculture - Eléments pour prévenir les risques de pollution des eaux (1996)</li> <li><input type="checkbox"/> Jeu de transparents TAM</li> <li><input type="checkbox"/> Produits phytosanitaires et dispositifs enherbés - Etat des connaissances et propositions de mise en oeuvre (1997) + plaquette (4 pages)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Désherbage - Eléments de raisonnement pour une maîtrise des adventices limitant les risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires (1999)</li> <li><input type="checkbox"/> Désherber en limitant les risques de pollution des eaux (plaquette 6 pages)</li> <li><input type="checkbox"/> Diagnostic de la pollution des eaux par les produits phytosanitaires - Bases pour l'établissement de cahiers des charges des diagnostics de bassins versants et d'exploitations (2001)</li> <li><input type="checkbox"/> Mesures réglementaires concernant les produits phytosanitaires, leurs utilisateurs et leur incidence sur l'environnement (printemps 2003) = actualisation de la partie réglementaire de la brochure « TAM » de 1996 (mai 2003)</li> <li><input type="checkbox"/> Diagnostic régional de la contamination des eaux liée à l'utilisation des produits phytosanitaires : éléments méthodologiques - Utilisation des Systèmes de traitement de l'Information Géographiques (SIG) (mai 2003)</li> <li><input type="checkbox"/> Des indicateurs pour des actions locales de maîtrise des pollutions de l'eau d'origine agricole : guide méthodologique – application aux produits phytosanitaires (été 2003).</li> </ul> |
|---|---|

### **Bon de commande**

Pour toute demande de documents (gratuits), adresser cette page au Secrétariat du CORPEN **par fax au 01.42.19.12.93** en indiquant ci-dessous vos coordonnées et en cochant les cases correspondantes dans la liste ci-dessus :

**Nom, Prénom :** .....  
**Organisme :** .....  
**Adresse :** .....  
 .....  
**Tél :** ..... **Fax :** .....

## *Personnes ayant participé à l'élaboration de la brochure*

### ■ *Le groupe Phytopratt - SIG*

<b>Prénom et nom des membres</b>	<b>Organisme d'appartenance</b>
<b>Arnaud JOULIN</b>	<i>DRAF / SRPV Lorraine / Animateur du groupe et principal rédacteur</i>
<b>Gilbert ALCAYDE</b>	<i>Conseil Supérieur de l'Hygiène Publique de France (CSHPF)</i>
<b>Fany BOMBARDE</b>	<i>DRAF / SRPV Poitou – Charentes</i>
<b>Nadia CARLUER</b>	<i>Cemagref Lyon</i>
<b>Léon-Etienne CREMILLE</b>	<i>Agence de l'Eau Rhône- Méditerranée-Corse</i>
<b>Alain CREUSOT</b>	<i>DE / Secrétaire du CORPEN</i>
<b>Marc FAGOT</b>	<i>MEDD / Direction de l'Eau / Bureau de la lutte contre la pollution</i>
<b>Jean-Emmanuel GERBAULT</b>	<i>DRAF / SRPV Centre</i>
<b>Aurélié GILLE</b>	<i>DRAF / SRPV Midi Pyrénées</i>
<b>Jean Joël GRIL</b>	<i>Cemagref Lyon</i>
<b>Christian GUYOT</b>	<i>UIPP / Bayer CropScience</i>
<b>Raymond HARDY</b>	<i>INRA Unité Infosol</i>
<b>Ramon LAPLANA</b>	<i>Cemagref de Bordeaux</i>
<b>Vincent MARDHEL</b>	<i>BRGM</i>
<b>Maurice NADAL</b>	<i>DGAL / SDQPV – expert national SIG</i>
<b>Victorine PERARNAUD</b>	<i>Météo-France</i>
<b>Elisabeth POITRINEAU</b>	<i>Secrétariat du CORPEN – Animatrice du groupe PHYTOPRAT</i>
<b>Brigitte REMY / Paul GAILLARDON</b>	<i>INRA Versailles – Structure Scientifique Mixte (SSM)</i>
<b>François ROCHE</b>	<i>Conseil Général d'Agronomie / Président du groupe PHYTOPRAT</i>
<b>Laure SOULIAC</b>	<i>DGAL / SDQPV</i>
<b>Françoise VERNIER</b>	<i>Cemagref de Bordeaux</i>

# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE.....</b>	<b>6</b>
<b>LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS UTILISÉS DANS CETTE BROCHURE.....</b>	<b>7</b>
<b>AVERTISSEMENT PRÉLIMINAIRE .....</b>	<b>8</b>
<b>PREAMBULE .....</b>	<b>9</b>
<b>PREMIERE PARTIE : OBJECTIFS ET PROPOSITION POUR UNE DÉMARCHE DE DIAGNOSTIC RÉGIONAL.....</b>	<b>9</b>
1.1 OBJECTIFS ET LIMITES DU DIAGNOSTIC RÉGIONAL.....	10
1.2 PROPOSITION DE DÉMARCHE DE DIAGNOSTIC RÉGIONAL .....	11
1.2.1 Définitions préalables .....	11
1.2.2 Principes de diagnostic régional .....	12
1.2.3 Modèle de connaissance et formalisation des informations .....	13
1.2.4 Milieu physique - Vulnérabilité des ressources .....	13
1.2.5 Utilisation des produits phytosanitaires.....	14
1.2.6 Enjeux.....	14
1.2.7 Modèles et combinaison des informations.....	14
1.2.8 Objets et concepts manipulés : .....	16
<b>DEUXIÈME PARTIE : CONSTITUTION DES COUCHES D'INFORMATIONS.....</b>	<b>19</b>
2.1 CONSTITUTION DES COUCHES D'INFORMATIONS « VULNÉRABILITÉ DES MILIEUX AQUATIQUES AUX TRANSFERTS DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ».....	19
2.1.1 Modèle de connaissance pour la vulnérabilité .....	19
2.1.2 Bases de données mobilisables .....	21
2.1.3 Démarche .....	24
2.1.4 Utilisation de données météorologiques .....	30
2.1.5 Exemple .....	31
2.2 CONSTITUTION DE LA COUCHE « UTILISATION DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES » .....	34
2.2.1 Sources de données .....	34
2.2.2 Niveaux d'approches et descripteurs .....	35
2.3 CONSTITUTION DE LA COUCHE « ENJEUX » .....	47
2.3.1 Liste des enjeux.....	47
2.3.2 Mode de représentation cartographique.....	49
<b>TROISIÈME PARTIE : TRAITEMENT DES COUCHES D'INFORMATIONS .....</b>	<b>50</b>
3.1 CONSTRUCTION DE LA COUCHE « POTENTIEL DE CONTAMINATION ».....	50
3.1.1 Validation des couches d'informations .....	51
3.1.2 Apport des données de suivi de la qualité des eaux (« Analyse de cohérence » ) .....	52
3.2 UTILISATION DE CES DONNÉES PAR LES GROUPES RÉGIONAUX .....	52
3.2.1 Modalité de confrontation « Potentiel de contamination – Enjeux » .....	53
3.2.2 Choix de « bassins versants » prioritaires pilotes .....	53
<b>ANNEXES .....</b>	<b>55</b>
ANNEXE 1 : DE LA VULNÉRABILITÉ .....	56
ANNEXE 2 : SIG, SIRS ET ANALYSE SPATIALE .....	57
ANNEXE 3 : FICHES DESCRIPTIVES DES BASES DE DONNÉES UTILISABLES POUR LE DIAGNOSTIC RÉGIONAL.....	59
ANNEXE 4 : SOURCES DE DONNÉES ET RESSOURCES DIVERSES .....	79
ANNEXE 5 : RÉFÉRENCES DE TRAVAUX DISPONIBLES SUR LES TYPOLOGIES DE SOLS .....	80
<b>GLOSSAIRE .....</b>	<b>82</b>

## ***Liste des sigles et abréviations utilisés dans cette brochure***

ADEME :	Agence pour le Développement des Economies et de la Maîtrise de l'Energie
AEP :	Alimentation en Eau Potable
BRGM :	Bureau de Recherche Géologique et Minière
CSP :	Conseil Supérieur de la Pêche
DCE :	Directive Cadre sur l'Eau (UE 2000/60 du 23 octobre 2000)
ESO :	Eaux souterraines
ESU :	Eaux de surface
DDAF :	Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
DDASS :	Direction Départementale de l'Action Sanitaire et Sociale
DDCCRF :	Direction Départementale de la Consommation, la Concurrence et la Répression des Fraudes
DIREN :	Direction Régionale de l'ENVironnement
DRAF :	Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt
DRIRE :	Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
GRAPPE :	Groupe Régional d'Action contre les Pollutions par les Produits phytosanitaires dans l'Environnement
GREPPES :	Groupe Régional d'Etude de la Pollution par les Produits Phytosanitaires des Eaux et des Sols
IFEN :	Institut Français de l'ENVironnement
IGCS :	Inventaire Gestion et Conservation des Sols
IGN :	Institut Géographique National
INRA :	Institut National de la Recherche Agronomique
MAE :	Mesure Agri-Environnementale
MISE :	Mission Inter Services de l'Eau
MNT :	Modèle Numérique de Terrain
MO :	Matière Organique
RNB :	Réseau National de Bassin
RU :	Réserve Utile
SAGE :	Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
SANDRE :	Secrétariat d'Administration Nationale des Données Relatives à l'Eau
SAU :	Surface Agricole Utile
SCEES :	Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques
SDAGE :	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des eaux
STH :	Surface Toujours en Herbe
SIG :	Système d'Information Géographique
SRPV :	Service Régional de la Protection des Végétaux (DRAF)
SRSA :	Service Régional de la Statistique Agricole (DRAF)
UCS :	Unité Cartographique de Sol
UTS :	Unité Typologique de Sol
VNF :	Voies Navigables de France
ZNA :	Zones Non Agricoles

## ***AVERTISSEMENT PRELIMINAIRE***

La présente brochure offre une démarche d'identification de zones dans lesquelles les substances émises présentent le plus de chances d'atteindre (au sens de pouvoir y être détectées) des ressources aquatiques faisant l'objet d'un enjeu d'usage, zones dites « à risque ».

La démarche proposée s'arrête là ; en particulier elle ne fait pas de conjectures sur les dommages causés par cette contamination aux espèces consommatrices d'eau.

Cette approche appréhende donc le risque dans sa grandeur probabiliste<sup>1</sup>.

Corrélativement, la notion de « vulnérabilité » de la ressource est prise au sens étroit, défini par les hydrogéologues, de propriété à être atteinte.

Les lecteurs familiers de terminologies liées à d'autres domaines d'approche doivent donc prendre soin d'intégrer ici les définitions présentées dans l'encart placé au début de la première partie.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> contrairement à l'approche écotoxicologique ou à celle liée au principe de précaution qui intègrent les effets.

<sup>2</sup> l'**annexe 1** fait en outre état des éléments de différenciation entre terminologies différentes.



## PREAMBULE

La contamination en objet dans le titre de la brochure s'entend au sens de processus de contamination, favorisé par des facteurs de transfert décrits dans cette méthode de diagnostic<sup>3</sup>.

La présente brochure répond à des besoins concernant trois niveaux du champ d'intervention du CORPEN : l'aide technique aux politiques publiques, la proposition de moyens d'évaluation et la fourniture d'outils méthodologiques de terrain (complément aux outils de diagnostic déjà développés). Un quatrième niveau étant celui des préconisations. Ces trois niveaux d'utilité de la brochure sont rappelés ci-après :

① Les ministres chargés de l'agriculture et de l'environnement ont lancé en août 2000 un programme national d'actions visant à réduire les pollutions de l'eau par les produits phytosanitaires. L'une des principales orientations de ce programme est le renforcement, par un soutien financier accru, des actions entreprises par les acteurs locaux dans le cadre des groupes régionaux chargés de la lutte contre la pollution par les produits phytosanitaires et placés sous l'autorité des préfets de région.

Les actions devant être développées dans les régions ont été précisées par la circulaire des ministres chargés de l'agriculture et de l'environnement du 1<sup>er</sup> août 2000. Il y est en particulier stipulé que les actions seront mises en place sur **des bassins versants jugés prioritaires** par le groupe régional.

Afin de venir en appui aux groupes régionaux, il est apparu nécessaire de proposer les bases d'une démarche pour établir un « diagnostic régional » qui serve de support à la réflexion pour le choix de ces bassins versants prioritaires. Il est également apparu intéressant de compléter cette démarche par des apports méthodologiques sur l'utilisation des Systèmes d'Information Géographiques, cet outil s'avérant le plus à même de permettre le traitement et la mise en forme des informations à cette échelle de travail. Cette orientation devrait à terme se décliner sur les autres échelles de travail des diagnostics (voir ③).

② Cette démarche peut également servir de base de réflexion en vue de la mise en place ou de l'évaluation de réseaux de surveillance de la qualité des eaux. Elle devrait aussi pouvoir être mobilisée dans le cadre des travaux d'évaluation des pressions définis dans la directive cadre européenne sur l'eau (2000/60/CE du 23 octobre 2000).

③ Cette brochure vient compléter le corpus méthodologique du CORPEN pour le diagnostic de la contamination des eaux liée à l'usage des produits phytosanitaires. Elle se situe tout en amont des autres démarches de diagnostic, lequel se décline maintenant à partir du niveau régional avec la présente brochure, puis au niveau du bassin versant avec la brochure « Propositions pour une démarche de diagnostic », pour arriver jusqu'au niveau de la parcelle avec la brochure « Désherbage ».

La rédaction du présent document s'est appuyée sur les brochures CORPEN existantes ainsi que sur l'expérience acquise dans certaines régions.

---

Ainsi, la brochure s'adresse :

- . aux structures territoriales qui vont effectuer le diagnostic,
- . aux planificateurs (Groupes Régionaux, Agences de l'Eau, ...)
- . à ceux qui vont travailler à réaliser les priorités définies.

L'usage que ces instances feront de la brochure dans la période à venir constitue un test à l'issue duquel le CORPEN envisage de faire un bilan susceptible d'entraîner de la mise à jour.

Sous forme d'une synthèse vulgarisée, elle intéressera les acteurs des actions locales (agriculteurs, techniciens, comités de pilotages) qui ont besoin de comprendre les orientations et priorités définies et les apports de ce type d'outil.

---

<sup>3</sup> Rappel de la définition donnée dans la brochure « diagnostic » du CORPEN de 1996 : « (...) dans un diagnostic, (...) on doit se limiter à l'estimation des risques de transfert de produits phytosanitaires vers les eaux dans une zone géographique et à la détermination des facteurs qui les favorisent (...). Le diagnostic doit en outre permettre de choisir les indicateurs d'évaluation de l'impact des actions ».

# ***PREMIERE PARTIE : Objectifs et proposition pour une démarche de Diagnostic Régional***

## ***1.1 Objectifs et limites du Diagnostic Régional***

### ***Pourquoi cette démarche de Diagnostic Régional ?***

L'expérience acquise au sein des groupes régionaux a montré que l'on ne pouvait pas identifier et caractériser des bassins versants prioritaires à partir des seules données d'un réseau de mesures, même ancien, du fait du manque de recul pour évaluer la représentativité des stations, et donc pour généraliser les situations observées. De même on ne peut pas non plus se baser sur la seule connaissance des volumes de produits phytosanitaires apportés par bassin versant.

Le Diagnostic Régional, basé sur une réflexion relative à la distribution spatiale de différents paramètres intervenants dans les processus de transferts des produits phytosanitaires vers les eaux, doit offrir une vision d'ensemble permettant de combiner des éléments explicatifs de la contamination des eaux par les produits phytosanitaires avec les enjeux sur l'eau.

### ***Les objectifs du Diagnostic Régional***

Il s'agit de rassembler et de mettre en forme des données et des expertises permettant une approche synthétique et prospective, sur l'ensemble d'un territoire régional, en vue de servir de support pour les réflexions devant conduire :

- au choix des zones prioritaires et des bassins versants pilotes pour le « plan d'action régional »,
- à l'évaluation de la représentativité des situations suivies par les réseaux de surveillance de la qualité des eaux, afin de les optimiser.

Il fournira également un cadre pour la généralisation des références acquises au niveau des bassins versants déjà étudiés.

### ***Limites du Diagnostic Régional***

Le diagnostic régional est une étape préliminaire et incontournable à la mise en place d'un plan d'action régional. Il s'agit d'une opération qui doit pouvoir être réalisée assez rapidement et à un coût modéré. Aussi, il convient d'opérer le compromis le plus juste possible entre :

- l'accessibilité et le coût des données nécessaires
- la masse et la précision des données à traiter (choix des échelles, ...),

Le « modèle » de transfert des produits phytosanitaires qui sous-tend la démarche est ainsi, par nécessité, très simplifié par rapport à ce qui a été présenté dans les précédentes brochures (« Démarche pour un diagnostic de bassin versant » et « Désherbage »), et sa finalité n'est ni de décrire ni d'intégrer l'ensemble des phénomènes qui interviennent au niveau de la parcelle, mais d'étudier la distribution spatiale (souvent approchée de manière probabiliste) des paramètres les plus pertinents, disponibles à l'échelle régionale, et intervenant de manière significative dans les processus de transfert. En aucun cas il ne s'agit donc d'un modèle susceptible de prédire les transferts à l'échelle d'un bassin versant donné et plus encore d'une parcelle. Ce « modèle » doit en revanche permettre de mettre en évidence des « différences de potentiel de contamination » entre différentes ressources aquatiques, ce qui, combiné avec les enjeux vis-à-vis de ces ressources, et éventuellement complété de données de suivi de la qualité des eaux, aboutira au diagnostic régional.

Enfin, de part les données disponibles au niveau régional, cette démarche vise avant tout à cerner la problématique des pollutions diffuses.

### ***Les objectifs de la présente brochure :***

Le diagnostic environnemental du CORPEN, dont les démarches à l'échelle du bassin versant et des parcelles de l'exploitation ont été décrites, est par principe orienté vers l'action. Il en est de même à l'échelle régionale avec notamment l'identification des bassins versants à action prioritaire et la structuration des réseaux de surveillance. Dans le domaine du diagnostic environnemental, le caractère pratique des actions et les divers acteurs impliqués dépendent fortement de l'échelle considérée. Ainsi, l'exploitation représente l'unité d'opération par rapport au bassin versant qui constitue l'unité d'investigation sur une ressource identifiée. La région apparaît comme une unité sur laquelle le diagnostic régional permet d'orienter l'action prioritaire vis-à-vis d'un ensemble de ressources dont on cherche à préserver ou restaurer une qualité compatible avec les usages de l'eau.

L'objectif principal de cette brochure est donc de proposer une méthode pour la conduite d'un diagnostic régional comprenant le choix des données les plus pertinentes à l'échelle considérée, l'organisation et le traitement de ces données (en particulier sous SIG). Elle sera également l'occasion de :

- fournir un descriptif des sources de données les plus pertinentes à l'échelle considérée pour la conduite d'un diagnostic à l'échelle régionale, en appréciant leur intérêt, leur limite et leur accessibilité,
- fournir des éléments techniques pour l'utilisation et le traitement sous SIG des données et pour la restitution des résultats sous forme de documents cartographiques.

## ***1.2 Proposition de démarche de diagnostic régional***

### **1.2.1 Définitions préalables**

Les ressources diffèrent par leur nature, superficielle ou souterraine, leur vulnérabilité et leur(s) usage(s). Les usages peuvent être affectés lorsque leur qualité est dégradée par des polluants, dont ceux issus de produits à usage agricole : produits phytosanitaires et substances fertilisantes. Cette possibilité d'altération des usages par ces agents constitue un **potentiel de contamination** qui dépend simultanément de la **vulnérabilité de la ressource** et des utilisations de produits phytosanitaires et en particulier par l'activité agricole, source de pollution. Le maintien d'un usage représente un **enjeu**. Ces éléments sont déterminants à l'échelle de la région pour orienter les actions prioritaires à partir d'une confrontation des enjeux et du potentiel de contamination qui constitue le **risque**. Ce dernier terme étant ambigu, comme d'autres d'ailleurs, en raison d'acceptions différentes dans le langage courant ou chez les spécialistes de diverses disciplines, les définitions adoptées dans les documents du CORPEN sont précisées ici.

#### **DEFINITIONS**

**Vulnérabilité** : propriété d'un milieu aquatique à être atteint par des polluants.

Le terme "atteindre" doit être pris ici au sens strict, sans connotation qualitative synonyme d'altération de la qualité. La vulnérabilité représente la capacité pour des substances polluantes de migrer jusqu'à la ressource, sans préjuger de l'intensité de cette atteinte, de l'altération qui en résulte par rapport à la réglementation ou de l'impact sur sa qualité (risque toxicologique pour les organismes peuplant ou utilisant cette ressource). On prendra donc bien soin de distinguer la vulnérabilité de la sensibilité d'un milieu aquatique, qui reflète la manière dont ce milieu réagit à la contamination.

En tant que concept général s'appliquant à un objet, on admet un sens plus large relatif aux enjeux ; la vulnérabilité intrinsèque de la ressource intervient dans la constitution du potentiel de contamination (voir ci-dessous) et la vulnérabilité des enjeux intervient dans la constitution des risques.

On notera que la vulnérabilité ne fait l'objet d'aucune définition normalisée. L'acception courante en hydrogéologie (voir annexe 1) est celle retenue dans ce document.

**Sensibilité** : caractère pour les milieux aquatiques d'être plus ou moins facilement dégradés sous l'effet d'une arrivée de polluants en leur sein.

**Potentiel de contamination des eaux** : conjonction d'une activité potentiellement polluante et d'une vulnérabilité.

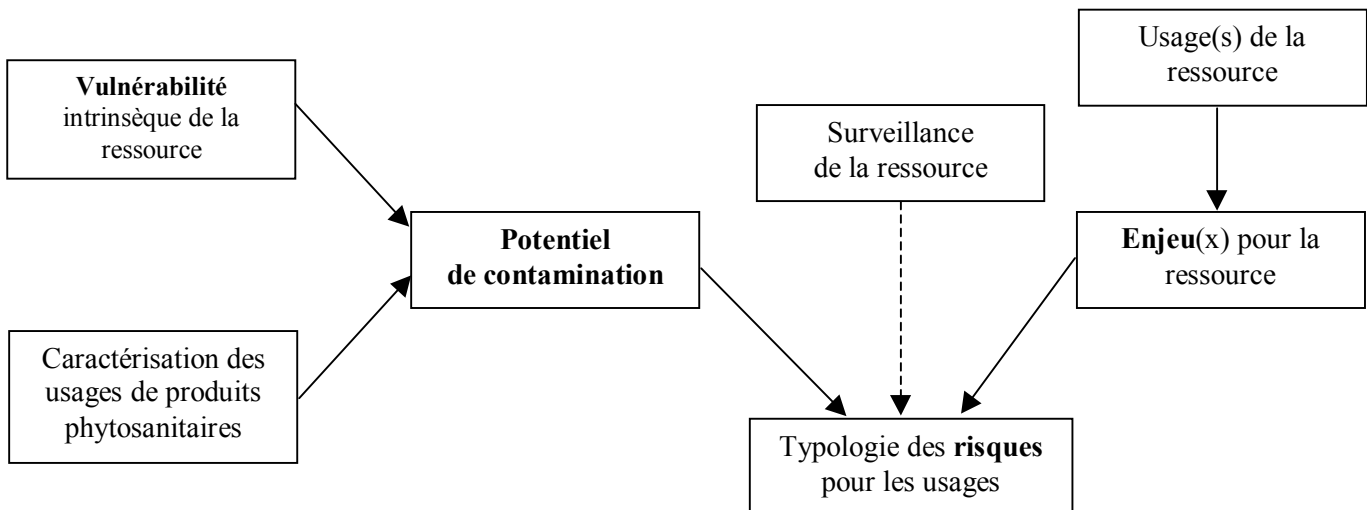
**Enjeu** : conservation, préservation, réhabilitation des divers usages d'une ressource en eau (alimentation en eau potable, qualité piscicole, baignade, etc.).

**Risque** : conjonction d'un potentiel de contamination et d'un enjeu. Le risque que l'on cherche donc à appréhender à travers le Diagnostic Régional est celui de l'altération d'usages de l'eau causée par la contamination par les produits phytosanitaires.

NOTA : l'impossibilité, à l'échelle régionale, de modéliser les niveaux de pollutions potentielles en terme de flux ou de concentrations interdit de définir précisément des niveaux de risques sur les différents enjeux, du fait de l'impossibilité d'évaluer les fréquences de dépassement de seuils.

L'organisation de ces concepts est schématisée en figure 1.

**Figure 1 : Organisation des informations nécessaires au diagnostic d'une ressource**



### 1.2.2 Principes de diagnostic régional

La démarche de diagnostic régional consiste à rassembler et organiser les informations nécessaires à l'évaluation de la vulnérabilité de la ressource, à l'estimation du potentiel de pollution et à la représentation des enjeux. Le choix des données pertinentes doit tenir compte de l'échelle géographique considérée et, si cela s'avère utile, de leur possible utilisation dans une démarche de hiérarchisation en fonction de leur importance. Le modèle de connaissance à construire est en effet déterminant dans la mise en relation des divers domaines intéressant le diagnostic mais n'est pas contraint par l'utilisation éventuelle d'outils de gestion et de traitement de données spatialisées. Inversement, la disponibilité immédiate d'informations nécessaires au diagnostic, l'urgence de lignes directrices pour la conduite de cette démarche et sa faisabilité en temps et en coût ont largement orienté les choix de la démarche.

Le diagnostic régional concerne un ensemble de ressources aquatiques de différentes natures présentes dans des milieux diversifiés au plan de leurs caractéristiques physiques et des activités agricoles dont ils sont le siège. Si le diagnostic de bassin versant permet d'appréhender finement comment la relation vulnérabilité – potentiel de

contamination - enjeux s'exprime sur une ressource donnée, le diagnostic régional lui est préalable et se propose de représenter ce type de relations sous forme synthétique et avec une résolution moindre mais suffisante pour aboutir à une sélection de bassins versants où des actions correctives doivent être entreprises. **Le diagnostic régional n'est pas une juxtaposition de diagnostics de bassin versant** qui, pour un nombre important de ressources, représenterait un investissement difficilement compatible avec l'échéance de décisions prioritaires.

Cette représentation s'appuie sur trois domaines d'information distincts : le milieu physique qui conditionne la vulnérabilité, les pratiques phytosanitaires qui influencent les processus de contamination et les usages de l'eau qui définissent les enjeux. La démarche de diagnostic s'articule ainsi dans les étapes suivantes :

1. Caractérisation de la vulnérabilité des ressources (milieu physique)
2. Caractérisation de l'utilisation des produits phytosanitaires (« pression phytosanitaire »)
3. Recensement des enjeux
4. Evaluation du potentiel de contamination (croisement vulnérabilité ⊗ « pression phytosanitaire »)
5. Caractérisation typologique du risque (croisement potentiel de contamination ⊗ enjeux) et sélection des zones prioritaires

Les trois premières étapes consistent à formaliser les informations appartenant aux divers domaines intéressant le diagnostic<sup>4</sup> à l'aide d'un modèle de connaissance qui autorise leur spatialisation et leur combinaison dans l'étape suivante. La dernière confronte le potentiel de pollution et les enjeux et en formalise le résultat pour l'aide à la décision. En ce sens, le diagnostic se limite à fournir les éléments permettant la définition d'actions prioritaires **mais la décision correspondante reste en dehors de son domaine**. A chaque étape, les outils de spatialisation peuvent aider à la représentation des situations et, en particulier, à la décision finale sur le choix des bassins prioritaires.

### 1.2.3 Modèle de connaissance et formalisation des informations

La caractérisation à l'échelle régionale du milieu physique, de l'activité agricole et des enjeux pour l'eau s'appuie sur des variables jugées pertinentes, mesurées ou estimées, faisant l'objet d'hypothèses importantes et de contraintes par rapport à leur utilisation valide (chapitre 2.1). La résolution à laquelle ces informations sont disponibles, leur pertinence par rapport aux processus de contamination de l'eau, et l'objectif d'un zonage régional font apparaître la nécessité de réaliser une typologie de chacun de ces domaines. On constitue ainsi un "modèle de connaissance" dont l'architecture est déterminante pour l'articulation des différentes informations. Le modèle de connaissance est l'instrument qui permet le passage des données descriptives à une information pertinente sur les processus et les potentialités de contamination.

### 1.2.4 Milieu physique - Vulnérabilité des ressources

La vulnérabilité d'une ressource n'est pas une propriété directement mesurable. Elle doit donc être évaluée à partir d'un ensemble de facteurs qui l'influencent. Si les variables importantes sont accessibles par la mesure aux échelles du volume élémentaire de sol, de la parcelle expérimentale et de son interface avec le milieu aquatique superficiel ou souterrain, elles sont peu accessibles à l'échelle régionale ou n'y sont connues qu'à de très faibles résolutions spatiales, ce qui ôte beaucoup de signification aux valeurs observées. Une autre difficulté vient du manque de pertinence des informations immédiatement disponibles à cette échelle vis-à-vis des phénomènes auxquels on s'intéresse. Par exemple, l'étage de l'affleurement mentionné par la carte géologique ne renseigne pas sur la vitesse d'infiltration mais c'est la lithologie et la perméabilité de la (ou des) formation(s) correspondante(s) qui sont les paramètres pertinents.

---

<sup>4</sup> Le milieu physique et l'activité agricole sont considérés comme des domaines distincts indépendants. Dans la réalité, le milieu physique conditionne le type d'activité agricole et son degré d'intensification, même si son effet se trouve atténué par les pratiques modernes (utilisation d'intrants en fertilisation et protection phytosanitaire, sélection variétale, aménagements) qui ont permis de s'affranchir de certains facteurs limitants.

L'objet du diagnostic régional n'est pas la caractérisation de la vulnérabilité de chacune des ressources. Le zonage territorial nécessaire à l'orientation des actions conduit à établir une typologie des milieux en fonction de la circulation dominante de l'eau excédentaire (infiltration, ruissellement). On utilise donc un ensemble d'informations disponibles relatives aux principaux facteurs physiques : le substrat géologique, le sol et leur organisation en paysage qui influencent cette circulation et l'alimentation des ressources. Comme on l'a déjà précisé, la signification de ces facteurs en termes de vulnérabilité n'est pas immédiate. Elle doit être précisée par un jugement d'expert. Pour établir cette typologie des milieux, l'agrégation de certains facteurs peut être requise. Diverses méthodes d'agrégation sont discutées au chapitre suivant, certaines combinant même des variables appartenant aux domaines du milieu physique et de l'activité agricole.

Il est également important de préciser que le zonage par type de circulation de l'eau n'est pas une carte de vulnérabilité. La description territoriale n'est pas une carte du risque.

### **1.2.5 Utilisation des produits phytosanitaires**

Le même type de difficulté se pose pour la caractérisation de l'utilisation des produits phytosanitaires. L'information la plus facilement disponible à des résolutions spatiales diverses concerne les utilisations de produits phytosanitaires agricoles, mais le lien avec le potentiel de pollution n'est pas direct :

- d'une part, la connaissance de l'occupation du territoire renseigne sur la localisation dans l'espace des cultures ou groupes de cultures qui présentent des pratiques phytosanitaires similaires
- d'autre part, les systèmes de production reflètent à la fois le niveau d'intrants et la technicité des agriculteurs, et d'une certaine manière leur aptitude à mettre en œuvre des bonnes pratiques.

En fonction des situations, ces typologies se prêtent plus ou moins efficacement à une représentation territoriale de l'activité agricole (cultures clairement dominantes ou convenant à certains milieux par rapport à une mosaïque de cultures ubiquistes). Des pratiques phytosanitaires moyennes doivent être attachées au type de production ou au type de système, ce qui requiert ici aussi le jugement d'expert. Une représentation apparemment moins complexe s'appuie sur les quantités de substances actives utilisées à l'échelle de mailles administratives (commune, canton), avec l'hypothèse simpliste d'une relation étroite entre quantités de produits utilisés et contamination. Cette méthode peut occulter de grandes disparités dans les pratiques et les usages. Il ne faut pas exclure de l'analyse certaines productions ou systèmes de production dont le poids en superficie n'est pas en proportion avec la contribution à la pollution.

### **1.2.6 Enjeux**

Les divers enjeux identifiés dans une région peuvent être classés en fonction de leur nature (santé publique, faune des milieux aquatiques, etc.). Dans la mesure du possible, ils peuvent être hiérarchisés selon des critères objectifs en vue d'aider à la sélection d'actions prioritaires sur des bassins versants. L'enjeu, relatif à une ressource déterminée, établit un lien entre l'échelle régionale et le bassin versant correspondant.

### **1.2.7 Modèles et combinaison des informations**

La construction de grandeurs complexes pour la détermination des typologies du milieu et de l'activité agricole, comme du potentiel de contamination, implique d'associer ou de combiner des variables de divers types. Pour mieux comprendre les choix établis dans cette brochure, les grands types de méthodes utilisées au cours des vingt dernières années, notamment dans l'évaluation de la vulnérabilité des eaux souterraines, et auxquelles les systèmes d'information géographique sont le plus souvent associés, sont rappelées brièvement.

Ces méthodes se classent en trois principaux types :

**Les méthodes de scores ou d'indices** basées sur la combinaison de cartes d'attributs physiographiques : géologie, pédologie, profondeur du niveau de la surface piézométrique, etc. Une utilisation simple de ces couches d'information consiste à leur affecter un poids identique, sans préjuger de leur importance relative. Ainsi, la simple conjonction d'attributs spécifiques dans une zone donnée, par exemple la présence d'une nappe peu profonde et de sols sableux, conduit à la classer comme vulnérable. Les approches de ce type plus quantitatives affectent des scores et des poids aux différents attributs pour construire une échelle de classes de vulnérabilité qui peut être l'objet d'une représentation cartographique. L'utilisation de telles méthodes a été favorisée par l'utilisation de systèmes d'information géographique. Le plus souvent, ces méthodes n'ont pas de fondements mécanistes. Il est difficile par conséquent d'attribuer une signification au score obtenu et en particulier de valider ce type de méthode.

**Des modèles mathématiques** simulant les processus de pollution au moyen de solutions analytiques ou numériques d'équations descriptives des mécanismes gouvernant le transport de contaminant. Ces méthodes s'étendent de la détermination d'indices de vulnérabilité plutôt frustrés calculés à l'aide de modèles de transport simples à des évaluations complexes utilisant des modèles couplant plusieurs compartiments de une à trois dimensions. Ces méthodes sont certainement plus objectives que les précédentes en raison de leur fondement mécaniste mais elles s'adressent principalement à des ressources bien caractérisées. Leur mise en œuvre sur un ensemble de ressources se heurte à la disponibilité des paramètres nécessaires, d'autant plus nombreux que le modèle est plus complexe et dont seulement une valeur par défaut est connue pour la plupart d'entre eux.

**Les méthodes statistiques** constituent une troisième catégorie de techniques pour l'évaluation de la vulnérabilité. Elles sont utilisées pour déterminer les relations statistiques entre la qualité des ressources et les composantes du potentiel de contamination (facteurs physiques et activités humaines). Par principe, elles sont bien adaptées à l'évaluation de concepts comme la vulnérabilité et elles ont été utilisées pour classer des ressources régionales à partir d'analyses multidimensionnelles. Comme les précédentes méthodes, la quantité d'informations nécessaires est le facteur limitant de leur utilisation.

L'intérêt et la pertinence de chaque méthode dépendent principalement des objectifs d'évaluation, de la superficie à analyser, de la qualité des informations disponibles et des compétences pour la mettre en œuvre. Si ces trois méthodes de combinaison peuvent être envisagées à l'échelle régionale, les contraintes de disponibilité des informations et d'urgence des réponses restreignent le choix à la première catégorie. Conscient des travers des méthodes de scores lorsqu'elles discrétisent des variables selon une échelle quantitative dont on ignore tout de la linéarité ou encore les combinent arbitrairement, on s'appuiera sur les lignes directrices suivantes dans l'esprit des démarches de diagnostic déjà décrites :

- établir une typologie de circulations de l'eau par « domaines » (infiltration dominante, circulation latérale dominante, fonctionnement mixte) concernant le diagnostic, en s'appuyant sur l'expertise régionale, et les représenter à l'aide de cartes thématiques appropriées,
- confronter les domaines (milieu physique, activité agricole, enjeux) en superposant les couches d'information synthétiques (typologies), afin d'obtenir les croisements correspondants, puis soumettre à l'expertise régionale l'analyse et le classement des combinaisons ainsi obtenues,
- représenter les résultats sous une forme adaptée à la prise de décision à partir des occurrences pertinentes potentiel de contamination - enjeux prioritaires.

A chaque étape, on s'attachera à préciser dans les diverses représentations graphiques, notamment celles à destination des non-spécialistes, la signification des facteurs vis-à-vis du potentiel de contamination et l'utilisation qui doit en être faite pour orienter l'action régionale. A cette échelle, la confusion entre facteurs de risque et risque avéré doit être évitée. Sur un bassin versant ou sur les parcelles d'une exploitation, le diagnostic permet de relier un ensemble d'éléments observés à la qualité de la ressource selon une relation directe de cause à effet. Ici, la résolution et la signification des informations utilisées d'une part, l'éloignement du diagnostiqueur par rapport aux

phénomènes d'autre part, ne permettent plus de mettre en évidence cette causalité, sinon de manière statistique sans que l'on soit même en mesure de la quantifier en termes de probabilité. Ces contraintes conduisent à privilégier les représentations typologiques et leurs confrontations, même si elles ne conduisent pas à la prise de décision immédiate plutôt que tenter des hiérarchisations hasardeuses, apparemment plus propices à la décision, mais qui s'apparentent à des simples recettes.

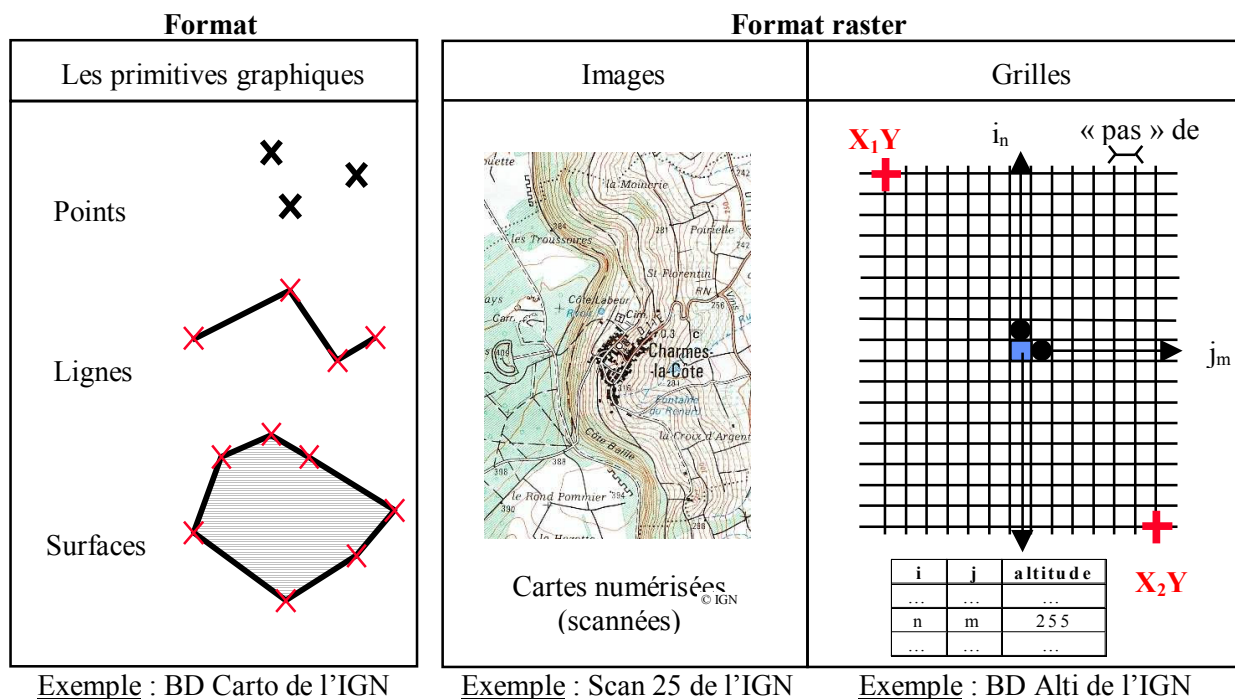
### 1.2.8 Objets et concepts manipulés :

**Objet** : on appelle « objet » (sous entendu « géographique ») une surface, un segment ou un point, caractérisé par une valeur pour un paramètre ou un thème donné et pour lequel des contours géographiques sont disponibles (numérisés ou sur papier).

Exemples : 1 commune  
1 UCS (Unité Cartographique de Sol)  
1 Unité hydrographique de la BD Carthage

Les objets peuvent être formalisés selon différents modes en vue de leur traitement par des outils logiciels de traitements de l'information géographique, avec pour chaque mode leur intérêt et leurs limites. Ces différents modes de représentation sont présentés à la figure 2.

**Figure 2 : Principaux modes de représentations numériques des informations géographiques**



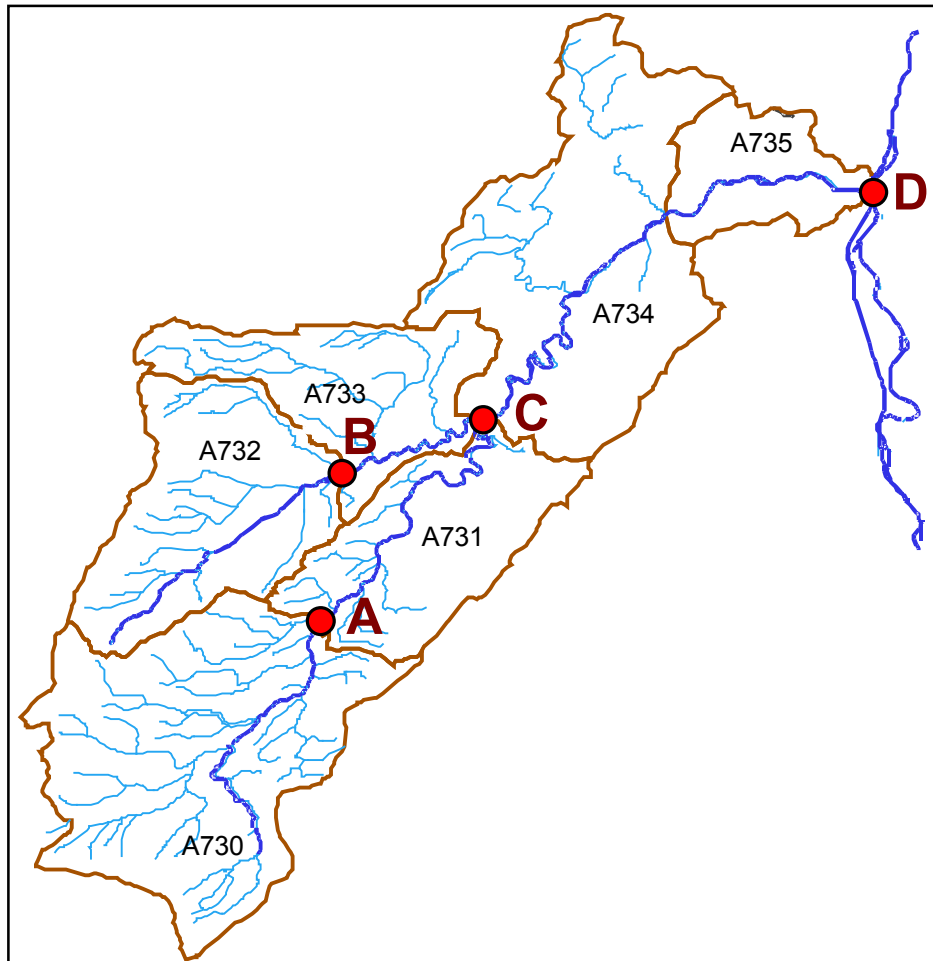
**Unité fonctionnelle** : on appelle unité fonctionnelle une zone géographique caractérisée par une homogénéité globale de fonctionnement pour un mécanisme donné (circulation des eaux en surface, infiltration, intensité d'usage des produits phytosanitaires, ...). Il s'agit donc d'unité descriptive des phénomènes en fonction d'une typologie donnée. D'un point de vue pratique, vis-à-vis des traitements SIG, une unité fonctionnelle sera constituée d'objets ou de regroupements d'objets surfaciques.

**Unité d'action** : on appelle unité d'action une zone géographique pertinente pour la mise en place d'action de gestion et de restauration de la qualité de l'eau. Ces unités s'appuient sur des « contours d'événements » susceptibles d'affecter une ressource donnée. Une même unité d'action peut recouper et/ou inclure plusieurs unités fonctionnelles.



NOTA : attention à ne pas assimiler directement « bassin versant » et « zone hydrographique » issue de la BD Carthage. Cette assimilation n'est valable qu'à la tête du bassin, car les zones hydrographiques de la BD Carthage constituent un découpage de l'espace qui s'organise de manière hiérarchique pour former des bassins versants de taille croissante (voir Figure 3).

**Figure 3 : Exemple de structuration du découpage en zones hydrographiques de la BD Carthage © (cas du Rupt de Mad – région Lorraine). (Source : DRAF-SRPV Lorraine)**



- Au point A : l'unité A730 est un bassin versant.
- Au point B : l'unité A732 est un bassin versant
- Au point C : avant la confluence (A732 + A733) et (A730 + A731) sont des bassins versants, et après la confluence c'est l'ensemble (A730 + A731 + A732 + A733) qui est un bassin versant.
- Au point D : l'ensemble (A730 + A731 + A732 + A733 + A734 + A735) est un bassin

Les limites des bassins versants hydrologiques et les bassins versants hydrogéologiques renvoient à des phénomènes physiques différents :

- lignes de crêtes topographiques pour les bassins versants d'eaux de surface, fixes au cours du temps,
- lignes de crêtes piézométriques pour les bassins versants d'eaux souterraines, qui connaissent des variations annuelles ou inter-annuelles.

En particulier il convient de considérer que les limites d'un bassin hydrologique ne coïncident pas toujours avec les limites d'un bassin hydrogéologique. De ce fait, dans le cadre d'une démarche opérationnelle de zonage géographique, il convient de séparer les approches eaux superficielles et eaux souterraines. On gardera toutefois à l'esprit qu'il s'agit là d'une hypothèse simplificatrice pour aborder un continuum allant des eaux de surface aux eaux souterraines.

Ainsi un bassin versant (cf. glossaire) est une zone qui se définit à partir d'un exutoire donné. Mais en particulier dans le cas des eaux superficielles, il ne constitue pas par définition une zone homogène en terme de fonctionnement (circulation de l'eau ou usage des produits phytosanitaires), et ne peut donc pas constituer le support pour la constitution d'unités fonctionnelles. En revanche, en tant que « contours d'événements » (tout ce qui se passe en dehors de ses limites n'affecte pas la ressource) il est pertinent en tant qu'unité d'action.

EN RESUME :

Sur le constat de l'insuffisance des seules données de surveillance de qualité des eaux ou de quantité de produits phytosanitaires utilisés pour orienter les actions de lutte contre la pollution des eaux par les produits phytosanitaires, on propose une démarche de Diagnostic Régional devant permettre un zonage régional du potentiel de pollution à partir duquel (par croisement avec les enjeux) on pourra définir des zones d'actions prioritaires.

Il pourra également servir à l'évaluation de la représentativité des réseaux de surveillance en place.

La démarche proposée repose :

- pour une large part sur l'expertise régionale,
- sur l'utilisation des outils de traitement de l'information géographique (S.I.G.).

On va ainsi définir trois couches d'informations :

- la vulnérabilité du milieu aux transferts de produits phytosanitaires,
- l'utilisation des produits phytosanitaires,
- les enjeux sur l'eau liés aux usages.

La combinaison, via l'expertise des deux premières couches d'informations permettra de définir un potentiel de contamination des eaux et sa distribution spatiale. Puis, la combinaison de ce potentiel de contamination avec les enjeux fournira aux décideurs régionaux les outils d'aide à la réflexion pour la définition des zonages d'actions.

## **Deuxième partie : Constitution des couches d'informations**

### **2.1 Constitution des couches d'informations « Vulnérabilité des milieux aquatiques aux transferts des produits phytosanitaires »**

*Objectif* : Décrire et proposer, à l'échelle considérée, deux types de fonctionnement hydrologique l'un pour les eaux souterraines (ESO) et le second pour les eaux de surface (ESU) et produire deux couches d'information pertinentes par rapport à la circulation de l'eau et aux transferts de produits phytosanitaires vers les milieux aquatiques.

#### **2.1.1 Modèle de connaissance pour la vulnérabilité**

La démarche se base sur la combinaison hiérarchique d'informations descriptives du milieu physique dans divers domaines (géologie, hydrologie, pédologie et topographie) pour déterminer les structures présentes, les voies dominantes de circulation de l'eau et les possibilités de transferts de résidus de produits phytosanitaires vers les ressources. Elle s'appuie sur les données et paramètres fournis dans les bases potentiellement disponibles à l'échelle nationale.

L'approche est basée sur la détermination d'unités spatiales homogènes du point de vue du fonctionnement hydrologique dominant (ruissellement et écoulements latéraux, percolation vers les horizons profonds, ou fonctionnement mixte), et notamment de la rapidité de cette circulation. La mise en œuvre de cette approche sera présentée au chapitre 2.1.3.

Les principes de bases et les hypothèses retenues sont les suivants (cf. Figure 4) :

##### **1 – De la géologie à l'hydrologie**

La géologie détermine les structures, avec les formes de relief et le modelé correspondants, ainsi que les ressources en eau présentes. Les conditions d'écoulement des eaux dans les aquifères sont sous la dépendance des caractéristiques hydrodynamiques et principalement de la perméabilité des matériaux constituant les zones non saturée et saturée (où l'on distingue perméabilité de fissures et perméabilité d'interstices).

##### **2 – De la pédologie à l'hydrologie**

Quand la perméabilité du sol est insuffisante pour permettre en totalité l'infiltration verticale des eaux de pluies, il se produit un écoulement latéral en surface (ruissellement) ou dans le profil du sol (écoulement subsuperficiel). Dans le cas contraire, lorsqu'il n'existe aucune contrainte à la circulation de l'eau, les mouvements latéraux seront peu importants.

Le sol conditionne donc partiellement la partition de l'eau excédentaire entre écoulement vers les eaux superficielles, et infiltration vers les eaux souterraines. Les principaux paramètres qui régissent cette partition de l'eau sont la battance (dépendante de la texture des sols), l'hydromorphie et la réserve utile (RU).

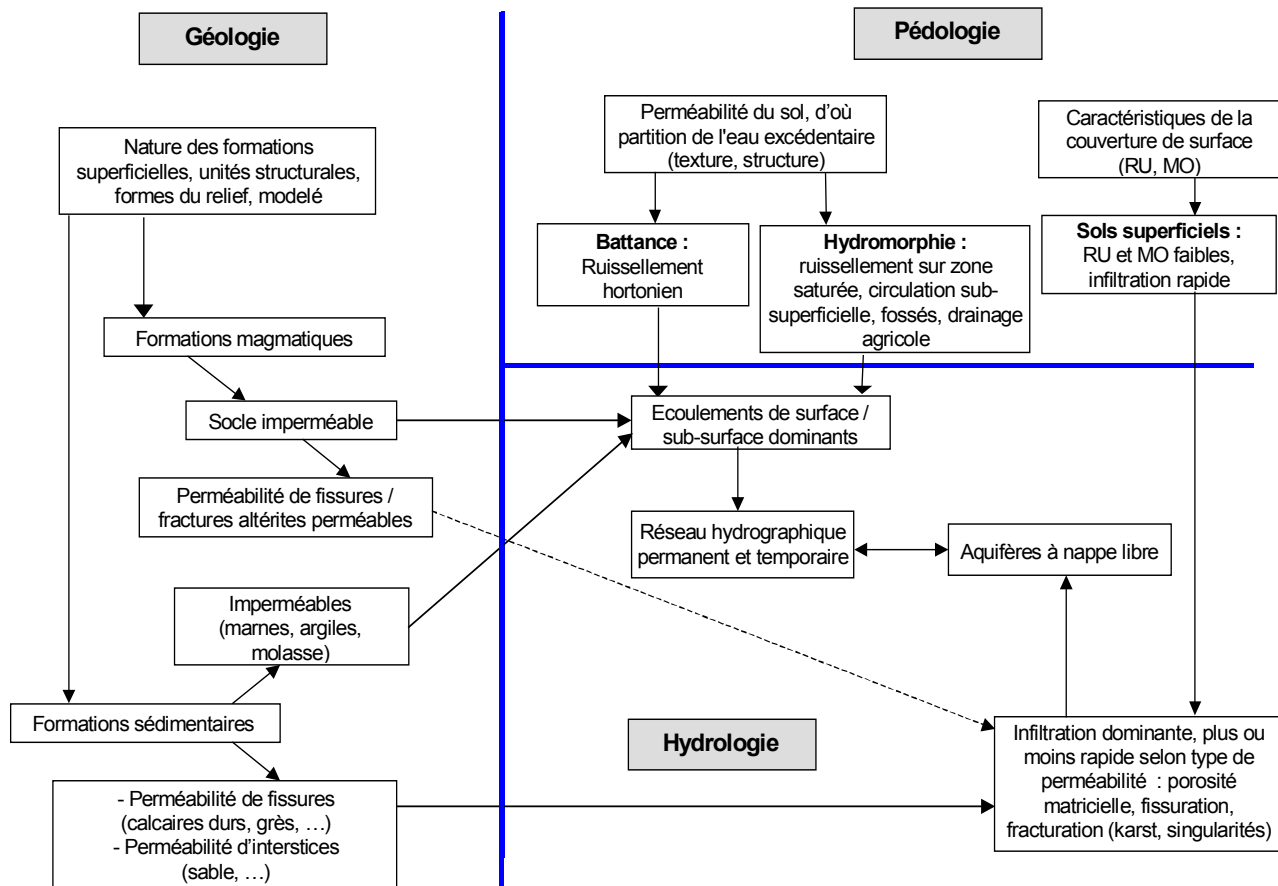
En revanche le sol joue un rôle prépondérant vis-à-vis des transferts des produits phytosanitaires vers les eaux, en particulier par rapport aux eaux souterraines.

Les principaux paramètres intervenants sur le transfert des produits phytosanitaires sont : la réserve utile (RU), la teneur en matière organique (MO) et le drainage agricole. Le pH n'intervient pas directement dans ces processus,

sauf dans les cas particuliers où la vitesse de dégradation des substances en dépend. Dans ce cas, le pH joue un rôle indirect en affectant la persistance des substances dans le sol et, par là, les possibilités de transfert.

En terme de transfert des substances actives phytosanitaires, l'hypothèse retenue dans le cadre de la démarche de Diagnostic Régional est que tout ce qui a dépassé les horizons de surface des sols arrive à la nappe sous-jacente si elle est présente. On néglige donc tous les phénomènes de dégradation (hydrolyse, ...) susceptible d'intervenir dans la partie de la zone non-saturée située sous les horizons de surface.

**Figure 4 : « Modèle de connaissance » reliant géologie, pédologie et hydrologie pour la construction de la démarche de diagnostic régional**



*N.B. Le trait en pointillé représente une relation possible entre une caractéristique du milieu et la circulation de l'eau ; les traits pleins une relation habituelle*

### 3 – La non prise en compte de la topographie

C'est à l'échelle du bassin versant que les relations entre conditions d'écoulement et topographie (pente et modelé) doivent être prises en compte et non à celle de la région.

### 4- Prise en compte du climat

Quand cela est possible, et s'avère discriminant à l'échelle de la région, il peut être intéressant d'exploiter les données météorologiques.

En effet, pour ce qui concerne les eaux superficielles, les épisodes de ruissellement ou de forts écoulements latéraux n'auront pas les mêmes implications selon qu'ils interviennent ou non peu de temps après les principaux traitements phytosanitaires. En ce qui concerne les eaux souterraines, des précipitations plus abondantes en période

de bilan d'infiltration positif (automne-hiver) peuvent contribuer à une alimentation plus importante de l'aquifère. Dans certaines situations, l'importance des transferts peut se trouver renforcée si des traitements ont été effectués avant la période pluvieuse.

#### 5- Le jugement d'expert dans la détermination des typologies fonctionnelles

Le fondement de la pertinence du diagnostic repose sur la cohérence des informations dans les domaines que l'on confronte et qui sont partiellement redondantes. Un réseau hydrographique dense reconnu sur une carte topographique et expliqué par la présence d'un substratum imperméable (carte géologique) constitue un exemple trivial ; de même un aquifère important associé à un matériau sédimentaire relativement dur. Le jugement d'expert aidera à déterminer parmi les couches d'information redondantes celle qui servira à délimiter l'unité fonctionnelle en terme de mode d'écoulement

L'expertise est ainsi nécessaire dans deux étapes clés de la détermination de la typologie des milieux :

- l'interprétation des données relatives aux classifications géologiques et pédologiques permettent de définir des voies de circulation dominante de l'eau excédentaire,

Exemple : traduction des étages géologiques en lithologie fonctionnelle pour la circulation de l'eau

- la description des transferts, en intégrant aux voies de circulation de l'eau excédentaire des facteurs de risque.

Exemple : présence, au sein de certaines zones, de voies de circulation marginale mais constituant des facteurs de risque pour le transfert des produits phytosanitaires (vallées sèches, bétouilles, ...).

Ces deux niveaux sont indispensables dans la mesure où les transferts ne s'opèrent pas nécessairement en fonction de la voie de circulation dominante sur le territoire considéré. La description typologique doit alors inclure les facteurs de risque associés à la voie de circulation marginale responsable des transferts.

#### EN RESUME :

A travers le modèle de connaissance établi pour la construction de la vulnérabilité, on pose les hypothèses préalables suivantes :

- la géologie détermine le type de ressources (ESO, ESU),
- la pédologie conditionne partiellement la partition des eaux vers les eaux de surfaces, mais l'infiltration reste toujours le phénomène dominant, elle détermine également plusieurs paramètres influant sur le transfert,
- on considère que toutes les substances actives ayant traversé les horizons de surface des sols arrivent dans les nappes sous-jacentes,
- la topographie n'est pas prise en compte,
- si des contrastes régionaux pertinents en terme de pluviométrie efficace sont mis en évidence, on tâchera d'intégrer la climatologie dans la démarche.

Enfin on prendra soin à distinguer les « voies de circulation dominantes » des « transferts ». Si le vecteur des transferts de substances phytosanitaires est bien l'eau, la carte des voies de circulation n'est pas la carte des transferts.

#### 2.1.2 Bases de données mobilisables

Pour répondre aux objectifs d'opérationnalité et de rapidité, la démarche proposée repose en premier lieu sur des bases de données géographiques couvrant tout le territoire national :

- la BD RHF (Référentiel Hydrogéologique Français), élaborée par le BRGM et les Agences de l'Eau,

- la BD CARTHAGE (CARTographie THématique des AGences de l'eau et du ministère de l'Environnement), élaborée par l'IGN et les Agences de l'Eau,
- le RA 2000 (Recensement Agricole 2000), réalisé par le ministère en charge de l'Agriculture en 2000,

On notera que ces bases sont directement à disposition des services susceptibles d'avoir la maîtrise d'ouvrage du diagnostic au sein des groupes régionaux (DIREN, DRAF).

NOTA : voir en annexe 3 les caractéristiques de ces différentes bases de données.

Ce choix ne doit toutefois pas occulter l'importance primordiale de l'expertise régionale, seule à même d'employer efficacement les ressources disponibles d'une part, et constituant par elle-même une ressource propre susceptible de pallier l'inexistence ou l'indisponibilité de bases de données géographiques sur certains paramètres d'autre part.

### ***Cas des données pédologiques :***

De manière générale la disponibilité de données pédologiques s'avère assez faible et très inégale selon les régions.

Ainsi il n'existe qu'un seul référentiel couvrant de manière complète tout le territoire national : il s'agit de la base de données géographiques du Système d'Information des Sols d'Europe (SISE). Cette base de données a été réalisée à l'échelle du 1 : 1.000.000, ce qui constitue un niveau de précision assez médiocre pour travailler au niveau régional. La complexité et l'organisation des sols y sont très simplifiées. Il convient donc, si l'on ne dispose de rien d'autre, de prendre de grandes précautions dans l'usage de cette base pour le Diagnostic Régional. Elle permet toutefois d'extraire par des règles de pédo-transfert : la Réserve Utile, la sensibilité à la battance, l'hydromorphie, certains types de sols sensibles (rendzines par exemple). Il conviendra de contacter l'Unité Infosol de l'INRA d'Orléans afin d'en étudier la faisabilité.

Quand il est disponible, le meilleur référentiel pédologique est le programme IGCS, réalisé à l'échelle du 1:250.000, car il présente un bon compromis en terme de précisions et de masse de données à traiter par rapport aux objectifs du Diagnostic Régional.

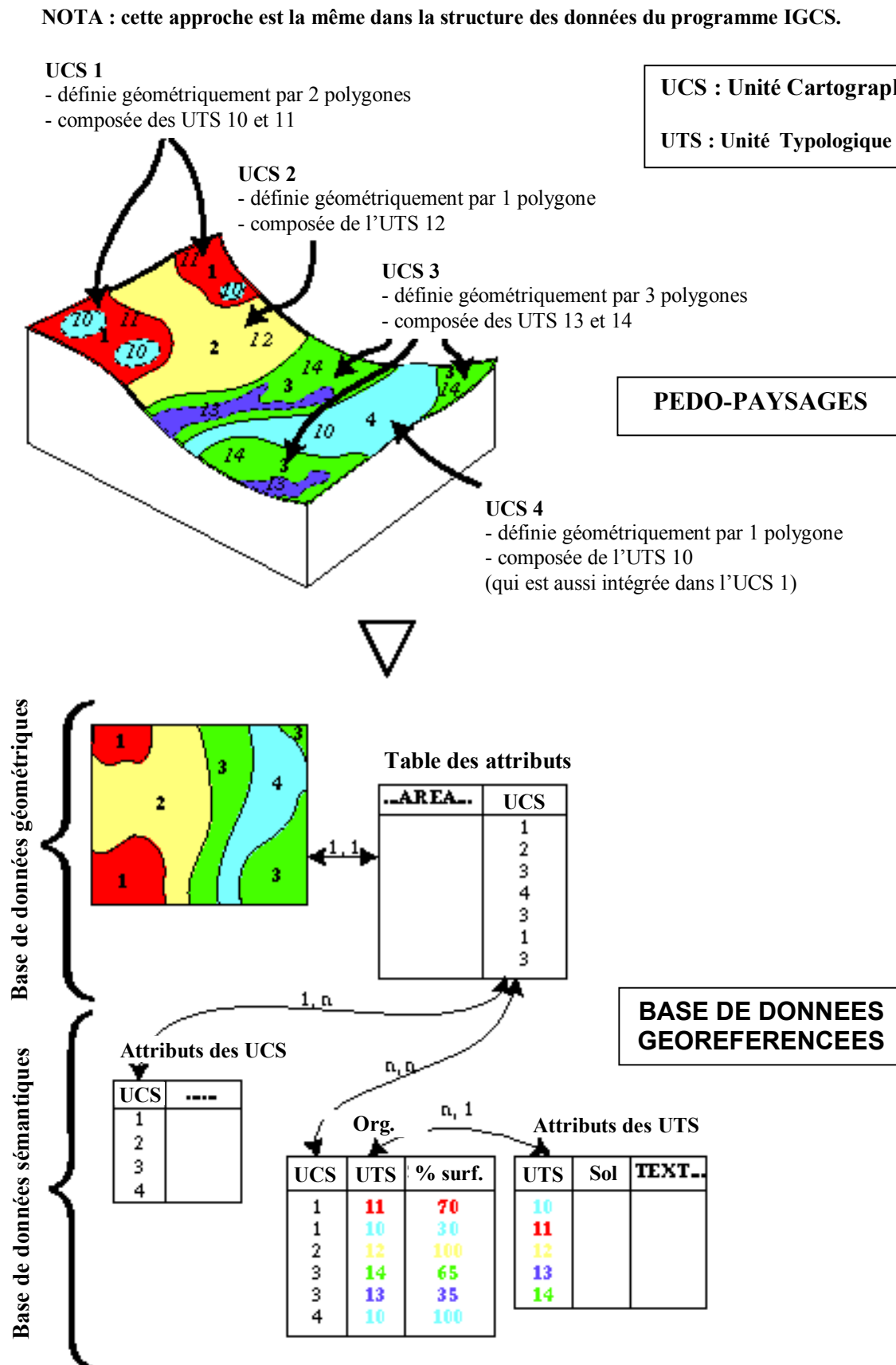
Ces deux bases de données ont le même mode de structuration des données géographiques et sémantiques où l'on distingue des Unités Typologiques de Sols, qui forment l'unité de base sémantique, et des Unités cartographiques de Sols, qui forment les objets de base pour la représentation graphique (voir figure 5 et glossaire). Il s'agit donc dans les deux cas de données complexes, et dont la répartition spatiale n'est pas strictement définie par la représentation cartographique.

Ces données peuvent être très utilement complétées par les divers travaux de typologies régionales des sols déjà existants (dont une liste est rapportée en annexe 5), en vue d'aider à l'interprétation des données descriptives en termes de fonctionnement hydrauliques des sols.

On peut également essayer de faire appel à la base de données cantonales des analyses de sol réalisées et gérées par l'INRA (voir annexe 3). Cette base contient, par cantons, des données statistiques tirées des résultats d'analyses de sols. Elle couvre pratiquement tout le territoire national avec toutefois de grandes disparités en terme de précision qui sont fonction du nombre d'analyses disponibles pour réaliser les traitements statistiques. Elle permet de récupérer quelques données sur la texture, la battance et le carbone organique des sols.

Plus sans doute que pour toute autre discipline, il est indispensable de requérir l'aide des pédologues experts sur la région d'étude. D'une part ils constituent en eux-mêmes une source de données susceptible de pallier l'indisponibilité de données numériques ou papier, et d'autre part, ils sont les seuls à même de réaliser l'interprétation des données disponibles sous une forme utilisables pour le Diagnostic Régional.

Figure 5 : Organisation des données en UCS et UTS dans le Système d'Information des Sols d'Europe (SISE) – (Source : INRA-Orléans Websol)



### Cas des données météorologiques :

Parmi les différentes sources de données météorologiques disponibles issues du réseau Météo France (BD PLUVIO, AURELHY, BD-Clim etc cf Annexe 3), la base de données la plus intéressante en vue de la prise en compte du climat pour la définition de la vulnérabilité paraît être la base de données AURELHY. Il convient toutefois de préciser au préalable qu'il ne s'agit pas de données mesurées, mais de données interpolées à partir de données mesurées issues des stations synoptiques par un modèle mathématique prenant en compte le relief. Ceci permet de réaliser une distribution des valeurs sur une maille régulière de 1x1 km.

En terme cartographique, les données AURELHY s'assimilent donc à un raster (voir Figure 1). Le type de données relatif à chaque maille est très divers :

- des plus simples (température moyenne, minimale, maximale mensuelle ou décadaire, pluviométrie mensuelle ou décadaire, ...)
- au plus élaborées (quintile des hauteurs de précipitations, fréquence moyenne des événements de plus de 15 mm en une heure - ce paramètre est ainsi utilisé pour définir l'agressivité des précipitations dans le modèle INRA pour la cartographie de l'aléa « Erosion des sols en France » (voir <http://erosion.orleans.inra.fr>) - ...).

Une source de données rapidement mobilisable est l'approche « eau disponible pour l'écoulement » (i.e. précipitations efficaces) développée dans le cadre des « Bulletins sur la situation hydrologique ». La principale limite des cartes ainsi produites tient au modèle qui considère une RU homogène de 125 mm. Ceci peut toutefois être modulé à partir de données pédologiques locales.

### 2.1.3 Démarche

La démarche de définition de la vulnérabilité procède en deux étapes :

- On détermine tout d'abord les unités de fonctionnement hydrique (ESU, ESO, ESO+ESU). Pour la réalisation pratique des déterminations, on se basera sur les données et les objets de la BD-RHF accompagnés d'une expertise hydrogéologique. On combinera ces données avec les densités du réseau hydrographique calculées sur une maille ou selon un découpage pertinent. On pourra ainsi être amené à remplir un tableau du type suivant permettant de mettre en évidence un certain nombre de situations intermédiaires (c'est à dire en dehors des cas « simples » [forte densité / ESU] et [faible densité / ESO]) et sur lesquelles il conviendra de préciser l'analyse du fonctionnement :

BD RHF	ESU	ESU + ESO	ESO
Densité du réseau Hydrographique de surface			
Forte			
Intermédiaire			
Faible			

- On module ensuite ces données avec les données pédologiques afin de passer de la représentation de la circulation dominante des eaux aux transferts potentiels de substances phytosanitaires, en traitant de manière séparée les cas des eaux souterraines et celui des eaux superficielles.



### 2.1.3.1 Délimitation des unités de fonctionnement hydrique

Remarques préalables :

- Pour les eaux souterraines, on ne s'intéresse qu'à la première nappe rencontrée, sans présomption sur l'état des nappes sous-jacentes,
- Les circulations latérales souterraines (entre nappes, et à l'intérieur des nappes) ne sont pas prises en compte

#### **Domaine « eaux superficielles » (ESU)**

Une approche « eaux de surface » est conduite en présence d'écoulements latéraux : ruissellement, écoulement de proche sub-surface. Sont essentiellement concernées les régions sans grand système aquifère individualisé (au sens de la BD-RHF) que l'on soit en terrains sédimentaires ou magmatiques. Ces phénomènes d'écoulement sont dus :

- en présence d'une formation magmatique, à un refus d'infiltration, lié à un affleurement de la roche (ruissellement dominant), ou à la présence d'une couche peu perméable à faible profondeur (circulation sub-superficielle). Les écoulements latéraux sub-surfaciques sont liés le plus souvent à la présence d'une couche peu perméable à faible profondeur, empêchant ou ralentissant la percolation de l'eau vers les horizons profonds,
- en présence d'une formation sédimentaire, à un refus d'infiltration lié à la perméabilité et la porosité (présence de marnes, d'argiles, de molasses, etc.).

#### **Domaine « eaux souterraines » (ESO)**

On cherche ici à caractériser des zones homogènes du point de vue du processus d'infiltration dominant vers les eaux souterraines. Ces zones recoupent les régions à grands systèmes aquifères à nappes le plus souvent libres et où le réseau hydrographique est peu développé.

Dans tous les cas le processus d'infiltration se rencontre :

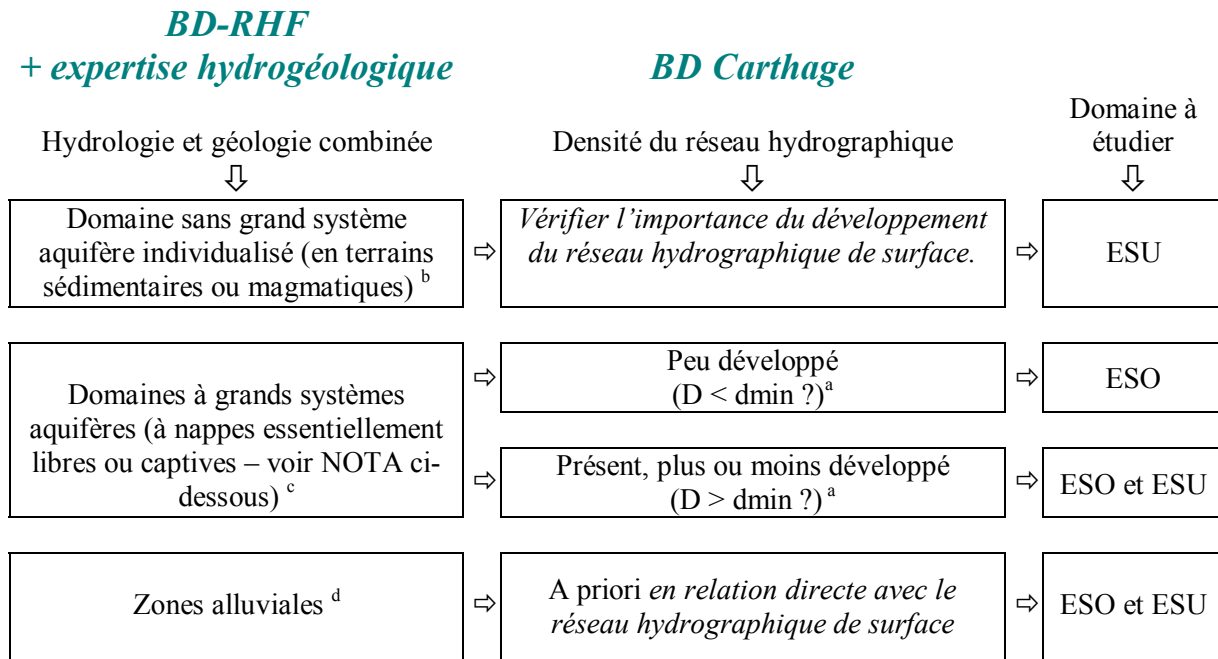
- de manière généralisée, en présence de formations sédimentaires perméables, à roches dominantes dures fissurées (calcaires, grès fissurés) ou présentant une perméabilité d'interstices (sables),
- de manière localisée, en présence de formations magmatiques, suite à la présence de singularités de type fissures / fractures ou de petits aquifères à faible profondeur dans des altérites ou des arènes.

#### **Domaine mixte « eaux souterraines » / « eaux superficielles » (ESO + ESU)**

Deux grands types de situations peuvent être rencontrés :

- Une première concerne les zones à grands systèmes aquifères à nappes essentiellement libres et où le réseau hydrographique est présent et plus ou moins développé
- Une seconde intéresse les zones alluviales qui se trouvent en relation directe avec le réseau hydrographique de surface. Pour ce type, il convient de souligner que selon les périodes de l'année, les nappes peuvent être drainantes ou drainées.

D'autres types de situations intermédiaires peuvent être rencontrés. Il conviendra si possible d'en préciser le fonctionnement (en terme d'échange ESO/ESU, ...).

**Figure 6 : Démarche fonctionnelle pour la délimitation des zones d'étude ESO et ESU**

<sup>a</sup> il faudra déterminer s'il est possible de fournir des valeurs repères étayées scientifiquement par rapport à leurs impacts sur les transferts

<sup>b</sup> attention à la présence possible de petit aquifère en domaine cristallin, à faible profondeur, dans des altérites

<sup>c</sup> on sera particulièrement attentif à distinguer les zones de karst

<sup>d</sup> problème spécifique des nappes alluviales, en relation avec les eaux de surface, pouvant être drainantes ou drainées, avec des sens d'écoulement différents selon la période, ...

NOTA : Dans l'utilisation de la BD-RHF, il conviendra d'être plus attentif aux situations réelles locales (accessibles via l'expertise hydrogéologique) qu'au libellé de la classification des systèmes aquifères.

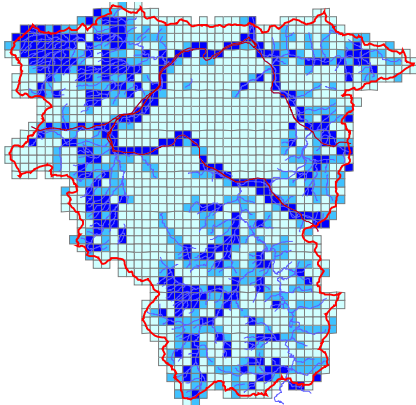
Exemple : la formation des « calcaires du Dogger côtes de Moselle nord » est codée 207b, ce qui l'inclut, selon la classification générale de la BD-RHF, parmi les domaines des grands systèmes aquifères captifs (201 à 299). Le type plus précis rattaché à ce système est « entité hydrogéologique libre devenant captive ». Dans la pratique, cette formation aquifère très importante est affleurante, donc libre, sur la région Lorraine, alors qu'elle est captive sous le bassin parisien. D'une région à l'autre la vulnérabilité de cette formation ne sera donc pas du tout la même, bien que sa codification générale ne change pas.

## CALCUL DE LA DENSITE DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE

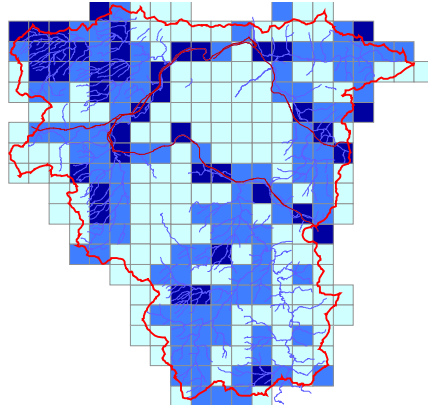
Deux types de stratégies sont possibles :

### 1. Réaliser le calcul à partir d'un maillage régulier de l'espace

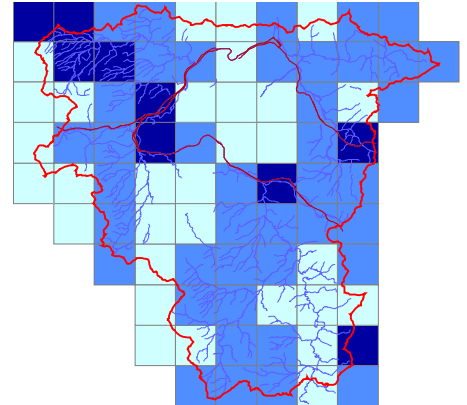
Il convient dans ce cas de déterminer la taille de maille la plus pertinente, résultant du compromis entre : ne pas représenter simplement le réseau hydrographique du fait d'une maille trop fine, et ne pas réaliser un découpage trop grossier pouvant masquer des contrastes importants. Les figures ci-dessous illustrent l'influence de la taille de la maille sur le calcul de la densité du réseau hydrographique :



Taille de maille : 1 km



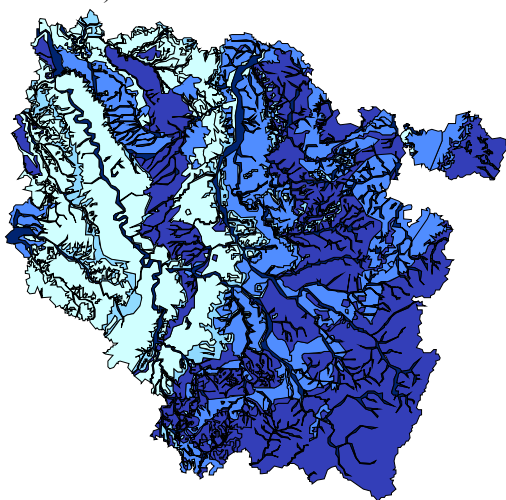
Taille de maille : 2,5 km  
(Source : SRPV Lorraine)



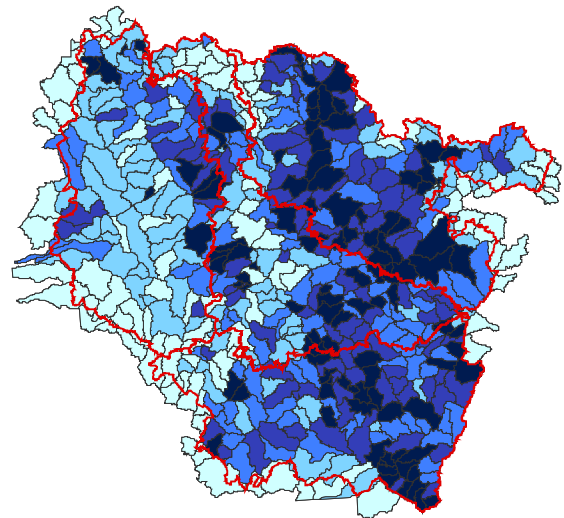
Taille de maille : 5 km

### 2. Réaliser le calcul sur des objets géographiques disponibles et pertinents en regard de la circulation de l'eau de surface

On peut ainsi tenter le calcul avec les Unités Cartographiques de Sol, les facteurs pédologiques reflétant assez bien les phénomènes de circulation en surface, ou, dans une optique de gestion ou de disponibilité, le faire selon les zones hydrologiques de la BD Carthage (le découpage est toutefois arbitraire par rapport aux mécanismes conditionnant la circulation de l'eau en surface).



Calcul selon les UCS



calcul selon les Zones hydrographiques

(Source : SRPV Lorraine)

### 3. Choix des limites de classes

Classiquement les logiciels de SIG proposent trois techniques pour définir les limites de classes :

- selon un intervalle régulier,
- selon des classes de même effectifs,
- selon des « natural breaks ».

Il n'y a pas de techniques plus pertinentes qu'une autre et dans tous les cas il est vivement conseillé d'examiner l'histogramme de répartition des valeurs. D'autre part il n'y a pas non plus de « valeurs seuils repères ». Celles-ci seraient en effets très dépendantes de la méthode de calcul. On n'opérera donc que des comparaisons relatives.

### 2.1.3.2 Typologie des transferts de produits phytosanitaires

#### En zones « eaux superficielles » ESU

Par rapport à la circulation de l'eau vers les eaux de surface, la démarche pour passer de la circulation de l'eau au transfert des produits phytosanitaires consiste à prendre en compte la proximité des zones traitées vis-à-vis des eaux superficielles, ainsi que les facteurs susceptibles d'être à l'origine des circulations rapides vers les eaux de surface. Les éléments d'aménagement de l'espace susceptibles de favoriser la rétention, l'infiltration ou la dégradation en ralentissant la circulation des eaux en surface (haies, bandes enherbées, ...) ne peuvent pas être pris en compte de manière satisfaisante à cette échelle de travail, bien qu'ils soient primordiaux à l'échelle d'un bassin versant. Ceci tient à l'impossibilité de les localiser par rapport à la circulation de l'eau et donc d'en apprécier l'impact réel.

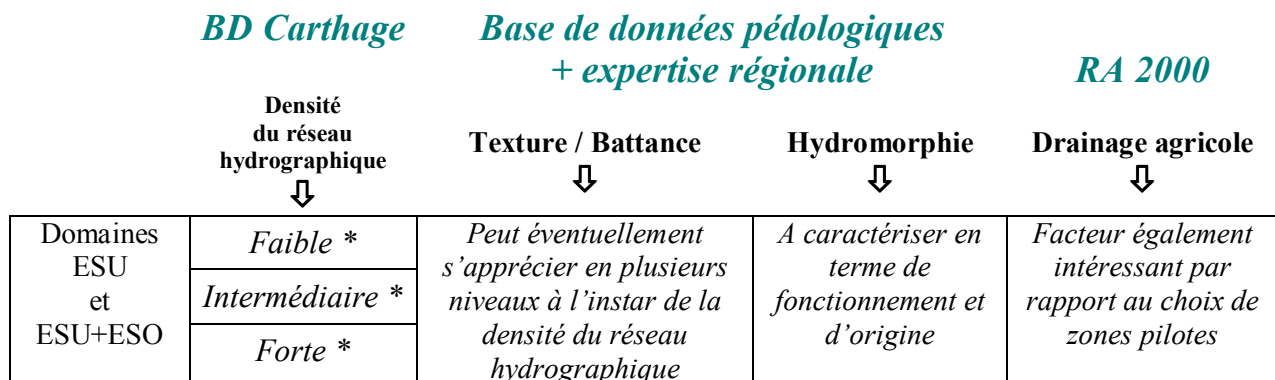
Le facteur retenu permettant d'apprécier la proximité des zones traitées par rapport aux eaux superficielles est la **densité du réseau hydrographique**. Ceci permet à la fois d'intégrer les apports par dérive des brouillards de pulvérisation, que les apports latéraux.

Les principaux facteurs à prendre en compte pour apprécier l'importance de la circulation rapide en surface sont :

- la **battance** des sols (appréciée à travers la texture), susceptible d'engendrer des ruissellements *stricto sensu*
- l'**hydromorphie** des sols (qui peut avoir des causes variables qu'il convient de déterminer : sur socle imperméable on va observer des engorgements hivernaux avec des circulations de surface et de sub-surface, sur socle plus ou moins perméable on observera plutôt du ruissellement par refus d'infiltration en réponse à de fortes intensités de pluviométrie estivales, ...)
- le **drainage agricole**, qui intervient à la fois par la mise en culture de secteurs « sensibles », et par une plus grande contribution des parcelles aux transferts des substances phytosanitaires.

Il n'est pas évident de donner une hiérarchisation pertinente de ces différents facteurs. Il convient de les prendre en compte tous les quatre dans la construction de la typologie des transferts vers les eaux superficielles.

Figure 7 : Démarche fonctionnelle pour la construction de la typologie des transferts en zones ESU



\* il faudrait déterminer s'il est possible de fournir des valeurs repères étayées scientifiquement par rapport à leurs impact sur les transferts. Les limites de ces classes seront à définir localement, car elles sont très dépendantes de la maille sur laquelle a été réalisé le calcul de la densité.

### En zones « eaux souterraines » ESO

Par rapport à l'infiltration vers les eaux souterraines, la démarche pour passer de la circulation de l'eau au transfert des produits phytosanitaires consiste à prendre en compte le « pouvoir épurateur » du sol. Celui-ci s'exprime essentiellement par l'activité métabolique des micro-organismes du sol susceptibles de dégrader les substances actives phytosanitaires. Ce pouvoir de dégradation nécessite un temps de séjour suffisant dans la solution du sol des horizons de surface (horizon cultivé) où s'opère, en condition aérobie, l'essentiel de la dégradation.

L'aptitude d'un sol à dégrader les substances n'est pas maîtrisable, sauf dans des cas particuliers tels que la correction du pH de sols très acides. Inversement, certaines pratiques de travail du sol modifient la structure de l'horizon de surface et la vitesse de circulation de l'eau, ce qui peut contribuer à limiter les transferts, notamment dans les macrostructures.

A l'échelle de travail considérée, les facteurs susceptibles d'être pris en compte sont :

- la **Réserve utile** (RU.) : cette donnée très synthétique intègre à la fois la profondeur du sol, la texture (micro-porosité), la structure (macro-porosité), la pierrosité, et dans une certaine mesure également la Matière Organique (M.O.),
- la **Matière Organique** peut également être prise en compte spécifiquement, du fait de son importance dans la rétention (par adsorption) d'un nombre important de substances actives apolaires, mais c'est une donnée difficile à obtenir et à intégrer à l'échelle régionale.
- la **présence de « singularités »** au sein de la couche sol, susceptible d'engendrer des « court-circuits » des mécanismes épurateurs en favorisant des infiltrations rapides en profondeur (lentilles sableuses, dolines, bétoires, engouffrements, ...). Il est important de pouvoir prendre en compte ces singularités qui, si elles apparaissent marginales en terme de surface par rapport aux modes de fonctionnement dominant de la circulation de l'eau, peuvent contribuer significativement à la vulnérabilité d'une ressource.

Les transferts sont susceptibles d'intervenir dans les situations où ces facteurs sont critiques (faible RU par exemple). Dans ces conditions, les facteurs relatifs aux substances (potentiel de mouvement dans le sol) et à leur usage (dose et période de traitement) jouent un rôle déterminant dans l'intensité des phénomènes. La dynamique des mécanismes impliqués a été décrite dans la brochure "Désherbage" dans le cadre du raisonnement des substances actives sur les parcelles à risque.

**Figure 8 : Démarche fonctionnelle pour la construction de la typologie des transferts en zones ESO**

<i>Base de données pédologiques + expertise régionale</i>		
	Réserve Utile	Matière Organique
	⇓	⇓
Domaines ESO et ESO + ESU	Faible <i>(ex : sols superficiels filtrants ...)</i> Exemple : 50 mm *	<i>La M.O. peut être prise en compte simultanément avec la R.U., ou intervenir pour pondérer ou expliquer les niveaux de R.U.*</i>
	Intermédiaire <i>(Exemple : 50 à 100 mm) *</i>	
	Forte <i>(Exemple : &gt; à 100 mm) *</i>	
	Présence de singularités ( <i>lentilles sableuses, dolines, bétoires, gouffres, affleurements, ...</i> ), court-circuitant les mécanismes épurateurs des sols	

\* valeurs indicatives, il conviendra d'étudier les limites de classes pertinentes avec un expert pédologue.

### 2.1.4 Utilisation de données météorologiques

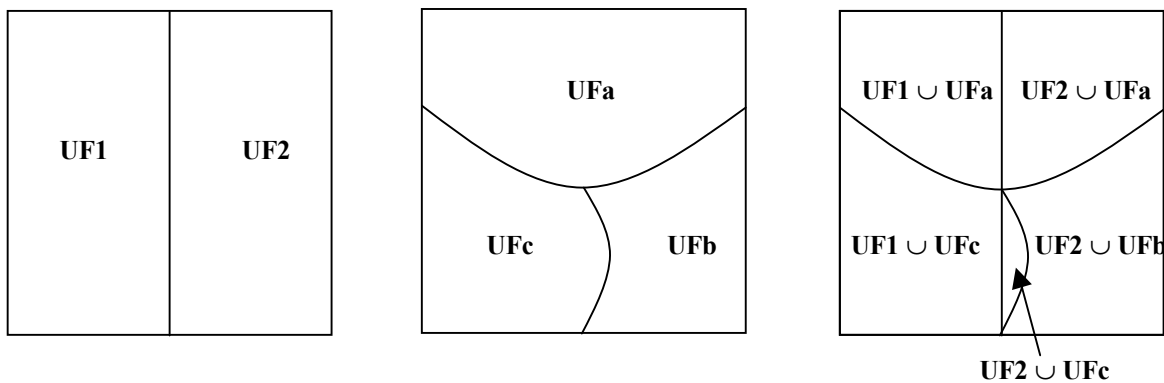
Les principaux freins à la prise en compte du climat dans la construction de la vulnérabilité sont :

- la disponibilité et le coût des données,
- la difficulté de manipulation des données (aussi bien par rapport au format de livraison qu'à la détermination du type de données le plus pertinent à utiliser).

Avant de chercher à prendre en compte les effets du climat sur la vulnérabilité, il convient donc de s'assurer auparavant de l'existence au sein de la région de contrastes météorologiques suffisamment importants et intéressants par rapport à la problématique de transfert des produits phytosanitaires (cas des zones de moyenne et haute montagne qui induisent de très fortes variations régionales des régimes de précipitations mais n'ont que peu d'intérêt pour le diagnostic régional du fait de l'absence de cultures traitées sur ces zones).

#### CROISEMENT TYPOLOGIQUE DE COUCHES D'INFORMATIONS

**Etape 1 : Réaliser avec le SIG une opération d'union\*** entre les couches d'informations (voir annexe 2)



**Etape 2 : Identifier les combinaisons existantes et déterminer leur représentativité :**

Combinaisons existantes :

- $UF1 \cup UFa = x$  % surface totale
- $UF1 \cup UFc = y$  % surface totale
- $UF2 \cup UFa = z$  % surface totale
- $UF2 \cup UFb = s$  % surface totale
- $UF2 \cap UFc = t$  % surface totale (avec  $t \ll x, y, z$  et  $s$ )

On remarque que la combinaison  $UF1 \cup UFb$  n'existe pas.

On peut ensuite s'interroger sur la représentativité de l'intersection  $UF2 \cap UFc$ . N'est-elle pas liée à un artefact provenant de la numérisation des données ? Ainsi le cas « réel » n'est-il pas plutôt une parfaite coïncidence entre les limites entre UF1 et UF2 et les limites entre UFc et UFb ?

**Etape 3 : Opérer sur les combinaisons effectives validées le traitement de la typologie, on pourra ensuite opérer d'éventuels regroupements (qui pourront faire l'objet de l'opération d'agrégation\*) afin de constituer des unités fonctionnelles.**

\* Le terme technique est susceptible de varier en fonction des logiciels. Voir en annexe 2 pour la description de cette opération telle qu'elle est entendue dans cette brochure.

## 2.1.5 Exemple

### 1. Interprétation des données pédologiques

Les données disponibles pour conduire l'expertise et couvrant tout le territoire régional ont été tirées de l'« Esquisse pédologique de la région Lorraine » réalisée par l'INPL-ENSAIA et la SAFE Chaumont sous la maîtrise d'ouvrage de la Chambre Régionale d'Agriculture de Lorraine en 1980 à l'échelle du 1:250.000.

Le tableau 1 indique les regroupements de type de sols (codifiés de 1 à 42) opérés par les experts pédologues (Louis Florentin et Michel Gury, du laboratoire Sols et Environnement de l'ENSAIA). Les 42 types de sols de l'Esquisse Pédologique ont ainsi été regroupés en 9 « types de fonctionnement hydriques ».

**Tableau 1 : Interprétation des données descriptives des sols en type de fonctionnement hydrique – exemple en Lorraine** (Source SRPV Lorraine et FREDON Lorraine).

Type de sols	Code Esquisse Pédologique	Code mode de circulation	Circulation	Observation	RU
Roche mère Substratum imperméable	8, 11, 14, 18, 25, 27, 28, 30	8	circulation latérale (surface et subsurface) prédominante	sols à engorgement temporaire de surface	moyenne
Sols profonds à forte RU Nappe perchée temporaire	9, 10, 19, 26, 31, 35	7	circulation latérale (surface et subsurface) dominante	la plupart du temps drainés	forte
Sols profonds à forte RU Nappe permanente	39	6	circulation mixte dominante	dans les cuvettes, en relation avec les cours d'eau	forte
Sols de grandes vallées (Meurthe-et-Moselle) Submersion possible	40, 41, 42	5	circulation mixte		faible
Sols profonds à forte RU Sols sains	1, 13, 36, 37, 38	4	circulation verticale prédominante		forte
Sols profonds sableux à RU faible à moyenne	2, 22, 32, 33, 34	3	drainage vertical prédominant		faible à moyenne
Sols peu profonds à ressuyage lent	15, 20, 21, 29	2	drainage vertical prédominant	alternance zones saines et zones humides beaucoup de cailloux	moyenne
Sols superficiels. Faible réserve en eau	4, 6, 12	1	circulation verticale prédominante	sur plateau calcaire	faible
Zone de sources	5, 7, 16, 17, 23, 24	9	drainage vertical dans les colluvions calcaires puis migration horizontale sur les marnes ou argiles	interface calcaire/argile zone de côtes « singularité »	

1 ————— 2      3      4      5      6      7      8

circulation verticale dominante      circulation horizontale prédominante

singularité

 : 9

### 2. Croisement entre les types de fonctionnement de sols et la densité du réseau hydrographique

Afin de compléter la caractérisation typologique des transferts en ESU, on intègre la proximité avec le réseau hydrographique (voir figure 7). Pour cela, on croise les types de circulation de sol, obtenus de l'expertise, avec la

densité du réseau hydrographique. La densité a été calculée à partir de la BD Carthage (en ne tenant pas compte des canaux), et sur les contours des Unité Cartographique de Sol (UCS) de l'esquisse pédologique après en avoir effectué l'agrégation selon les types de fonctionnement hydriques (voir plus loin, l'encadré sur les « croisements typologiques »).

Le fait d'avoir calculé la densité du réseau hydrographique à partir des contours des UCS facilite le croisement en interdisant l'apparition d'un certain nombre d'artefacts de croisement. Il en résulte un tableau à 36 combinaisons, où ne sont retenues que les plus significatives - en terme de transfert - et représentatives en terme de surfaces (voir tableau 2).

**Tableau 2 : Matrice de croisement typologique entre les types de circulation de l'eau dans les sols et les classes de densité hydrique.**

Type de circulation	Densité moyenne du réseau hydrographique	Classe de densité hydrique retenue				Remarques
		0 – 0,3	0,3 – 0,6	0,6 – 0,9	0,9 – 1,2	
1	0,14					Zones karstiques
2	0,39					L'expertise pédologique indiquait des circulations verticales prédominantes, l'importance du réseau de surface amène à retenir ces zones dans les aspects ESU
3	0,65					Dans ce cas, la forte densité hydrographique observée s'explique par le sous-sol = socle cristallin de la montagne vosgienne
4	0,19					
5	1,10					Les fortes densités hydrographiques observées ici sont essentiellement liées à un artefact de calcul de la densité par rapport aux UCS : il s'agit de sols de fond de vallée, de faibles surfaces mais avec un linéaire hydrique important
6	0,85					
7	0,51					Circulations latérales dominantes bien prévues par l'expertise pédologique
8	0,54					
9	0,25					Sol des coteaux et d'éboulis

En gris sombre : combinaisons les plus significatives (en terme de surface).

En gris pâle : combinaisons significatives, mais à un moindre degré.

Ce qui peut amener à proposer de nouveaux regroupements pour la typologie de la vulnérabilité par rapport aux eaux souterraines, comme proposé dans le tableau 3.



**Tableau 3 : Propositions de réorganisation typologiques pour définir la vulnérabilité ESU**

Type de circulation	Densité du réseau hydro-graphique	Classe de densité hydrique retenue				Regroupements possibles
		0 – 0,3	0,3 – 0,6	0,6 – 0,9	0,9 – 1,2	
1	0,14					Vulné ESU 1 : Zones à circulations verticales prédominantes, sans réseau de surface développé
4	0,19					
9	0,25					
2	0,39					Vulné ESU 2 : Zones à circulations verticales prédominantes mais avec un réseau de surface assez développé
3	0,65					
7	0,51					Vulné ESU 3 : Zones à circulations latérales (surface et sub-surface) prédominantes et avec un réseau de surface assez développé
8	0,54					
6	0,85					Vulné ESU 4 : Zones à circulations mixtes (vallées et cuvettes) avec un réseau de surface bien développé et une proximité importante aux cours d'eau
5	1,10					

**EN RESUME :**

A partir des données disponibles régionalement sur la géologie, la pédologie et la climatologie, et en faisant appel aux experts régionaux de ces disciplines, on va constituer deux couches d'informations qualifiant la vulnérabilité des milieux vis-à-vis des eaux souterraines et vis-à-vis des eaux de surface.

On cherchera en particulier à bien mettre en évidence :

- les facteurs susceptibles de faciliter des transferts rapides de substances actives phytosanitaires vers les eaux,
- les facteurs susceptibles de limiter ces mêmes transferts.

## 2.2 Constitution de la couche « Utilisation des produits phytosanitaires »

*objectif* : produire une couche d'information caractérisant la distribution spatiale de l'utilisation des produits phytosanitaires.

### 2.2.1 Sources de données

Les données susceptibles d'être mobilisées concernent les usages des produits phytosanitaires en terme de pratiques (modes d'intervention, quantités), rapportés à un territoire donné et/ou à une culture donnée. Ceci nécessitera donc le plus souvent de disposer également de données sur l'utilisation des sols, issues des statistiques agricoles, afin d'opérer une affectation géographique des pratiques.

**Tableau 4 : Récapitulatif des principales sources de données mobilisables pour la constitution de la couche de données « Utilisation des produits phytosanitaires »**

Type de données	Bases de données constituées	Contours / objets géographiques	Limites à l'utilisation
Données statistiques rattachées à une entité administrative	• Recensement Agricole 2000 (OTEX)	communes / cantons / régions agricoles communes	Affectation au siège d'exploitation
	• PACAGE	communes	Cultures PAC seulement
	• Casier Viticole Informatisé	communes	Maintenance irrégulière
	• Enquête « pratiques culturales »	(département) / région	Principales cultures seulement
Objets « géographiques » à faible contenu thématique	• Corine Land Cover	Ilots contigus de parcelles « Vignes » et « Arbo »	Ilots > 25 ha seulement, sauf France Sud (1/ 100.000 <sup>ème</sup> ). Problème de calage dans le nord-est.
	• BD Carto	Ilots contigus de parcelles de « vignes + arbo », « bâti » et « forêt »	Ilots > 5 ha seulement (1/50.000 <sup>ème</sup> )
Données quantitatives sur l'utilisation des produits phytosanitaires	• Enquêtes régionales sur l'utilisation des produits phytosanitaires : - Agricoles - ZNA	De la Région jusqu'à la commune (ou au secteur de distribution)	Effets de bordures, information très difficile à répartir dans l'espace
	• Panel des ventes UIPP	Région	Limités aux produits des adhérents de l'UIPP et de l'UPJ
	• Panel des ventes UPJ	Région	
Données sur les pratiques d'utilisation des produits phytosanitaires	• Avis d'experts (SRPV, CA, Coop, ...)	« secteurs » d'étendues variables	
	• Enquêtes sur les pratiques phytosanitaires réalisées dans le cadre de diagnostic CORPEN	Bassins versants concernés	
	• Réseau de suivi de parcelles des Chambres d'Agriculture		Vérifier la possibilité de généraliser les pratiques obtenues (car concerne souvent des agriculteurs assez « techniques »)

## 2.2.2 Niveaux d'approches et descripteurs

### 2.2.2.1 Unité fonctionnelle et objets de base pour les pratiques phytosanitaires

Une unité fonctionnelle pour les pratiques phytosanitaires sera une zone homogène sur le plan de l'utilisation des produits phytosanitaires, en terme de pratiques phytosanitaires (type de substances actives utilisées, quantités et périodes d'application similaires, quantités ou surfaces développées traitées).

Les principaux facteurs de disparités géographiques dans les pratiques phytosanitaires sont :

- les types de cultures / assolements,
- les aires d'influence des différents distributeurs et prescripteurs,
- les différents « terroirs » susceptibles de générer des pratiques différentes pour une même culture,
- les différences de structure des exploitations (taille, capital, main d'œuvre, ...)

Historiquement, l'approche par Petites Régions Agricoles (PRA) fournissait un découpage représentatif d'une certaine homogénéité des pratiques. Toutefois le développement des techniques ayant permis d'opérer un certain découplage entre les potentialités agronomiques des territoires et les systèmes de production mis en œuvre, cette approche et les délimitations qu'elle renvoie sont maintenant à manipuler avec précaution, même si elles peuvent parfois conserver une certaine pertinence et fournir un premier cadrage pour la suite de l'étude.

Compte tenu des sources de données les plus facilement disponibles, et afin de répondre aux critères de rapidité d'exécution de la démarche, deux approches peuvent être envisagées ayant chacune leurs avantages et limites propres :

- une approche « typologique », passant par le classement des communes en « systèmes culturels » définis à partir de l'expertise, puis par la qualification de ces systèmes culturels en terme d'intensité d'utilisation des produits phytosanitaires ;
- une approche « quantitative », où l'on va chercher à représenter spatialement les variations quantitatives d'utilisation des produits phytosanitaires à travers une série de descripteurs complémentaires. Les données quantitatives pouvant soit provenir d'une enquête déjà réalisée, soit être obtenues à partir d'une expertise des pratiques phytosanitaires par culture croisée avec des données d'utilisation des sols,

Le plus souvent, afin de constituer la couche « Utilisation des produits phytosanitaires », on sera donc amené à croiser des données d'utilisation des sols (statistiques et géographiques) avec des données de pratiques phytosanitaires par cultures (issues d'enquêtes et/ou d'avis d'experts). La plus petite unité permettant un recueil intéressant de l'information s'avère alors être la commune (voir tableau 5). Dans certains cas cette unité sera certainement trop fine (notamment par rapport au respect du secret statistique) et il faudra passer par les cantons. Ceci n'apparaît pas nécessairement gênant pour une étude conduite à l'échelle de la région, dès lors que les principales causes de contrastes forts (présence de vignoble, de vergers et de cultures maraîchères) peuvent être prises en compte de manière suffisamment précise à partir d'autres sources de données.

**Tableau 5 : Objets élémentaires pour l'affectation des données sur l'utilisation des produits phytosanitaires.**

Paramètres	Utilisation des sols	Pratiques phytosanitaires
<b>UNITE D'AGREGATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Communes / Cantons (statistiques agricoles)</li> <li>▪ Ilots de culture (arboriculture / vignoble, issus de Corine Land Cover ou de BD)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Secteur (Chambres d'agriculture / Coopératives / PRA ...) = regroupements de communes</li> <li>▪ Communes / Cantons (données issues des</li> </ul>

<b>DES INFORMATIONS</b>	Carto)	enquêtes) ▪ Communes / Cantons (données ZNA)
-------------------------	--------	---

On retiendra donc la commune comme objet de base pour l'expression de l'utilisation de produits phytosanitaires, et à défaut le canton.

### 2.2.2.2 Descripteurs de l'utilisation des produits phytosanitaires

NOTA : dans tous les cas, quelle que soit l'approche considérée, on convient de ne prendre en compte que les substances actives phytosanitaires de nature organique. On exclut donc les substances actives phytosanitaires de nature minérale (S, Cu, ...) qui relèvent de modèles de transfert, d'exigences en terme de qualité des eaux et de modalités de suivi analytique différents.

En fonction de la nature des données de départ on a résumé dans le tableau 6 les grands traits des méthodes envisageables.

**Tableau 6 : Récapitulatif des méthodes de représentation de l'utilisation des produits phytosanitaires en agriculture au niveau régional.**

<b>Données de départ</b>	Enquêtes sur l'utilisation des produits phytosanitaires avec recueil des données sur un découpage territorial suffisamment fin (canton ou commune)	Statistiques agricoles (RGA, PACAGE, ...) et expertise sur les pratiques phytosanitaires régionales (ou infra-régionales)	
<b>Type d'approche</b>	<b>Quantitative</b>		<b>Typologique</b>
<b>Traitement de l'information</b>	Données d'utilisation des différents produits phytosanitaires par unité géographique. (représentation directe)	1. Définition par expertise des pratiques phytosanitaires types par culture, 2. Puis croisement avec l'occupation des sols par unité géographique ⇒ Données d'utilisation des différents produits phytosanitaires par unité géographique	1. Définition par expertise de systèmes cultureaux, 2. Affectation des communes à un système cultural, 3. Classement par expertise des systèmes cultureaux par niveau de pression polluante
<b>Descripteurs possibles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Quantité / surface communale</li> <li>Quantité / (SAU – STH)</li> <li>Surface développée traitée / surface communale</li> <li>Surface développée traitée / (SAU – STH)</li> </ul>		Chaque commune se voit alors attribuer un « <i>Indice de pression polluante brute potentielle</i> »
<b>Exemples de réalisation</b>	GREPPES Franche-Comté		Champagne-Ardenne, GRAPPE Bourgogne

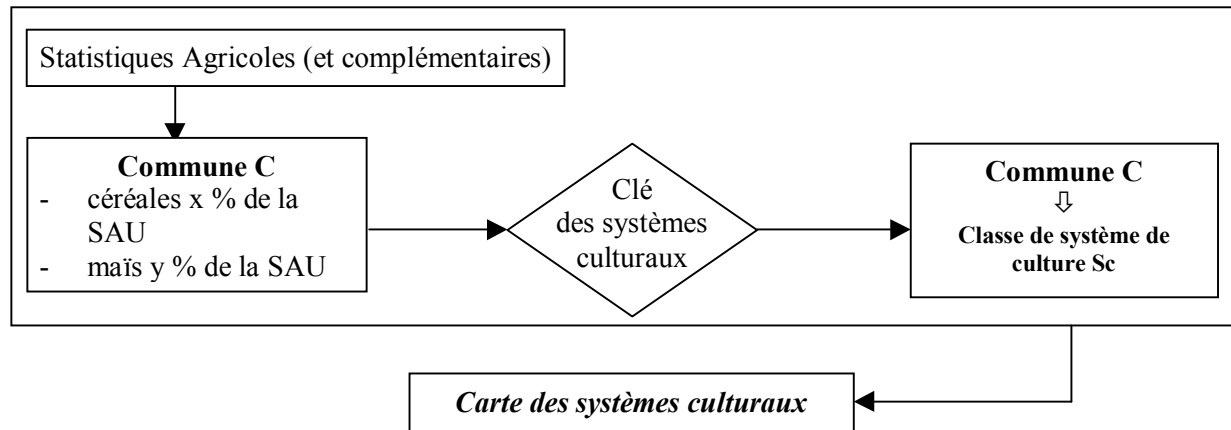
#### 2.2.2.2.1 Approche typologique

Cette méthodologie a été mise en œuvre par les groupes régionaux des régions Champagne-Ardenne et Bourgogne, la présentation qui suit s'appuiera sur ces réalisations à titre d'illustration.

La première étape de cette approche consiste à dresser une carte de « systèmes cultureaux ». Pour cela une clé dichotomique est créée afin de classer chaque commune parmi différents systèmes cultureaux en fonction de son

utilisation des sols agricoles. Cette clé doit être adaptée aux cultures présentes dans la région, qui sont prises en compte séparément ou regroupées en fonction de l'intensité d'utilisation des pratiques phytosanitaires ou des types de molécules utilisées majoritairement. Son principe de base est de distinguer les systèmes les plus herbagers simultanément peu utilisateurs de produits phytosanitaires et modérateurs de leur transfert vers les eaux, des systèmes cultureux intensifs très consommateurs d'intrants phytosanitaires et très diffuseurs de ces derniers. On prendra en compte à la fois le nombre, les quantités et les propriétés<sup>5</sup> dans l'environnement des molécules apportées et, autant que faire ce peut, les pratiques de manipulation des produits phytosanitaires.

**Figure 9 : Principe de construction de la carte des systèmes cultureux**



A partir des données d'occupation des sols, chaque commune se voit classée parmi un des systèmes cultureux ainsi déterminés.

NOTA : Ne sont prises en compte que les cultures « significatives », définies comme étant celles occupant plus de 5 % de la SAU.

<sup>5</sup> Pour cela on se référera notamment à la brochure "Désherbage" de juin 1999 du CORPEN

## CONSTRUCTION DES « SYSTEMES CULTURAUX COMMUNAUX » : EXEMPLE BOURGUIGNON

Le **tableau 7** présente un exemple de construction d'une clef d'affectation des systèmes cultureux. La construction de cette classification doit permettre dans un deuxième temps d'évaluer ces systèmes selon un principe d'attribution de points de pénalité.

Les principes qui ont guidé sa construction, à partir de l'analyse agronomique, sont les suivants :

- en superficie, les systèmes cultureux de la région Bourgogne sont dominés par les céréales,
- certaines cultures s'y rajoutant ou les remplaçant seront considérées comme plus pénalisantes à l'égard de la contamination des eaux en raison des substances actives entrant dans leur programme de traitement moyen régional tel qu'il a été au préalable établi par les experts régionaux,

Une culture est ainsi dite « plus pénalisante qu'une autre » dans la détermination d'un potentiel de pollution si les programmes de traitements les plus généralement pratiqués incluent des substances actives :

- à fort potentiel de mouvement<sup>6</sup> (Koc et DT 50 défavorables),
- ou/et à forte toxicité et/ou écotoxicité,
- ou/et utilisées fréquemment ou/et à dose élevée ou/et en période à risque important de transfert.

L'expertise faite sous ces critères, **dans le contexte particulier du système céréalier bourguignon et dans les limites de la période étudiée**, a fait ressortir le maïs, le soja, le pois, la betterave et les cultures légumières comme potentiellement plus pénalisantes que les céréales, d'où leur prise en compte spécifique dans la construction du tableau 7 pour la différenciation des systèmes cultureux.

### Il convient toutefois de bien noter que :

- le qualificatif de pénalisant n'est pas dû à la culture par elle-même et en général, mais aux substances actives phytosanitaires susceptibles de figurer de manière importante dans les programmes de traitements, d'après l'expertise régionale réalisée,
- les critères plaçant une substance active dans une catégorie défavorable en terme de pollution des eaux (et par contrecoup les cultures l'utilisant beaucoup) peuvent évoluer en fonction de l'avancée des connaissances en matière de modélisation des transferts de substances phytosanitaires dans les sols, de toxicité, d'écotoxicité ou de contamination des eaux,
- il s'agit d'une pénalité sur un potentiel, et non sur une réalisation.
- l'existence de bonnes pratiques locales susceptibles de limiter les transferts vers les eaux concernant ces cultures n'est pas exclue. Leur élargissement à l'itinéraire moyen régional ou sub-régional ainsi que l'abandon d'utilisation de certaines substances peuvent faire retirer le qualificatif de « pénalisant » à la culture, qui n'a donc rien ni de permanent, ni d'uniforme spatialement.

<sup>6</sup> Sur la définition précise et l'utilisation pratique du Potentiel de Mouvement, voir la brochure "Désherbage – Eléments de raisonnement pour une maîtrise des adventices limitant les risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires" du CORPEN de juin 1999, pp. 44-48 et 53-58.

Tableau 7 : Exemple de clef de construction des Systèmes Culturels établie pour la région Bourgogne (Source : GRAPPE Bourgogne)

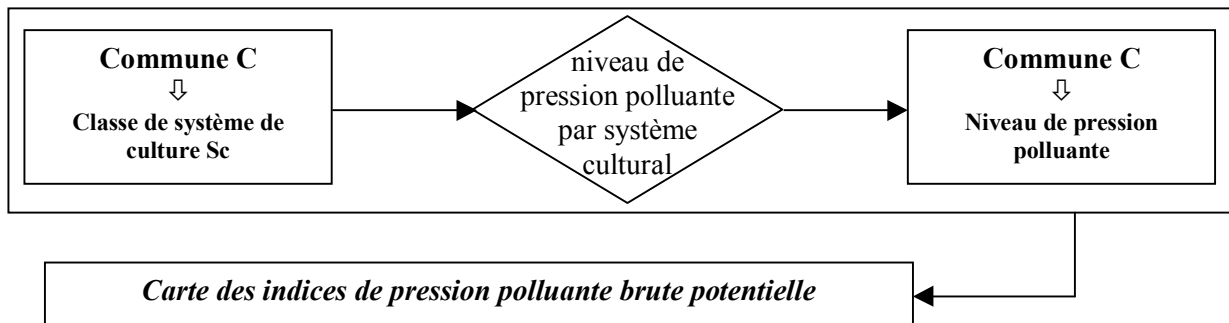
HERBAGES MINORITAIRES		CEREALES ET/OU MAIS DOMINANT LES AUTRES CULTURES (soja, pois, betterave et cultures légumières : cultures non significatives)		SURFACE EN SOJA SUPERIEURE A 5 %		SURFACE EN POIS SUPERIEURE A 5 %	SURFACE EN BETTERAVES SUPERIEURE A 5 %	SURFACE EN CULTURE LEGUMIERE SUPERIEURE A 5 %								
		Céréales dominantes		Surface en maïs supérieure ou égale aux céréales		Céréales dominantes	Céréales dominantes	Céréales dominantes								
		Surface en (colza + tournesol) supérieure à maïs	Surface en maïs supérieure à (colza + tournesol)	Surface en (colza + tournesol) supérieure à maïs	Surface en maïs supérieure ou égale aux céréales											
MOINS D'HERBE	Inférieure à 10 %	14	15			21		23	25	26	28	29				
	10 % à 25 %	11	12	13		19	20	22			27					
	25 % à 50 %	8	9	10		16	17									
HERBAGES MAJORITAIRES	50 % à 70 %	5	6	7												
	70 % à 95 %	2	3	4												
	Supérieure à 95 %				1											
		PLUS DE MAÏS											PLUS DE POIS		PLUS DE BETTERAVES	
<p>Ce tableau a été établi sur la base des données PAC moyennées sur trois années consécutives par le DRAF-SRSA. Pour les cultures « hors PAC », ces données ont été complétées par des données recueillies :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- auprès des syndicats betteraviers et des sucreries (betteraves),</li><li>- auprès des techniciens intervenant sur zones (maraîchage et cassis),</li><li>- auprès des coopératives et des techniciens (oignons),</li><li>- auprès des services du cadastre des différents Centres des Impôts Fonciers (vigne),</li><li>- auprès des entreprises concernées (légumes sous contrat, luzerne</li></ul>																

Dans une deuxième étape, à chaque type de système cultural est affecté, par expertise, un « niveau de pression polluante ». La définition des différents niveaux de pression polluante résulte à la fois des quantités de produits utilisés, du nombre plus ou moins important de matières actives appliquées et de leurs caractéristiques environnementales connues.

Dans le cas du travail réalisé par le GRAPPE Bourgogne, une échelle de 10 niveaux de pression polluante (correspondant à 10 points de pénalité cumulable) a ainsi été définie, partiellement présentée dans le tableau 8. Il est important de noter que cette échelle n'est pas proportionnelle : si un système cultural de niveau 9 impose *a priori* plus de pression polluante qu'un système de niveau 8, cela ne signifie pas qu'il présente une pression 9 fois plus importante qu'un système de niveau 1.

Le nombre de systèmes culturels qui ont pu être définis devrait fréquemment être plus important que le nombre de niveaux de pression polluante, il convient donc de définir une clé de passage des Systèmes culturels vers les niveaux de pression polluante, comme cela est présenté dans la figure 10. Cette clé de passage peut être établie soit à dire d'expert, soit par le biais d'une règle logique découlant du mode de définition des systèmes culturels.

**Figure 10 : Principe de construction de la carte des indices de pression polluante brute potentielle**



Pour l'exemple de la région Bourgogne présenté dans le tableau 9, c'est le choix d'un système logique de pénalisation à partir du tableau des Systèmes culturels qui a été retenu. Celui-ci opère un déclassement par attribution de points de pénalité depuis le bas vers le haut du tableau (avec la diminution des surfaces en herbe), puis de la gauche vers la droite (avec l'augmentation en surfaces et en nombre des cultures plus pénalisantes que les céréales).

On notera que le choix de ce classement logique a fait qu'aucune commune ne s'est vu attribuer le niveau 9 (qui était toutefois présent dans la même démarche opérée en région Champagne-Ardenne).

Afin d'opérer une meilleure discrimination des situations et faciliter la lisibilité cartographique, les 10 niveaux de pression polluante ont ensuite été regroupés en seulement quatre niveaux définis comme suit :

- Niveau 1 : pression polluante très faible à nulle (classe de pression polluante 1 et 2)
- Niveau 2 : (classe de pression polluante 3, 4 et 5)
- Niveau 3 : (classe de pression polluante 6 et 7)
- Niveau 4 : pression polluante très élevée (classe de pression polluante 8, 9 et 10).

D'autre part dans les représentations cartographiques, afin de moduler le niveau de pression polluante par l'étendue spatiale sur laquelle s'opère cette pression polluante, il est réalisé un « masque » des surfaces non-agricoles. Celui-ci peut être constitué soit à partir de la BD-Carto, soit à partir de Corine Land Cover, en affichant sous une même teinte neutre l'ensemble forêts + surfaces urbanisées.



Tableau 8 : Exemple (partiel) de définition d'Indices de pression polluante brute potentielle (Source : GRAPPE Bourgogne)

Niveau	Type de système	Type de pression polluante	Expertise de la pression polluante
0	Système naturel	Pression polluante nulle	Sans intrant phytosanitaire
1	Système exclusivement herbager ou système forestier	Pression polluante très faible à nulle	Utilisant très peu de produits phytosanitaires à la fois en quantité et en surfaces traitées
2	Système très herbager avec cultures à dominante céréalière	Pression polluante assez faible à très faible	Utilisant peu de produits phytosanitaires. La surface herbagère limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux
3	Système très herbager avec cultures à dominante céréalière et une culture assez pénalisante non négligeable Ou Système herbager avec cultures à dominante céréalière	Pression polluante assez faible	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes <b>selon le contexte régional</b> . La surface herbagère importante limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux Ou Peu consommateur d'intrants phytosanitaires. La surface herbagère importante limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux
4	...	Pression polluante assez faible à moyenne	...
5	Système herbager avec une culture pénalisante dominante Ou Système assez herbager avec des cultures à dominante céréalière et une culture assez pénalisante non négligeable Ou Système peu herbager avec des cultures à dominante céréalières	Pression polluante moyennement élevée	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes. La surface herbagère importante limite les possibilités de transfert de matières actives vers les eaux
6	...	Pression polluante assez élevée	...
7	Système assez herbager avec une culture pénalisante dominant les autres cultures et une deuxième culture pénalisante non négligeable Ou Système peu herbager avec des cultures à dominante céréalière et deux cultures pénalisantes non négligeables Ou Système peu herbager avec une culture pénalisante dominante Ou Système céréalière avec une culture pénalisante non négligeable	Pression polluante assez élevée à élevée	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes
8	Système céréalière avec deux cultures pénalisantes non négligeables	Pression polluante élevée	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes
9	...	Pression polluante élevée à très élevée	...
10	Système monoculturel à forte pression phytosanitaire	Pression polluante très élevée	L'absence de surfaces agricoles tampons ne permet pas la réduction du risque



NOTA : d'après les conventions de sémiologie graphique, il convient, dans des restitutions cartographiques, de ne pas concevoir d'échelle comprenant plus de 5 niveaux. Il s'agit en effet du nombre maximal de classes susceptibles d'être distinguées par l'œil sur un même document. De manière générale, il semble souhaitable de limiter autant que faire se peut, le nombre de classes introduites.

### Limites de cette approche et précautions d'emploi :

Une limite commune avec l'approche quantitative décrite au paragraphe suivant, est de négliger la prise en compte de variations intra-régionales dans les pratiques phytosanitaires. Cet aspect est évoqué au paragraphe 2.2.2.2.3 parmi les approches complémentaires qui peuvent être mises en oeuvre. Compte tenu des contraintes fixées à la réalisation du diagnostic régional, ce premier niveau d'approche apparaît comme suffisant, sauf si d'importants contrastes intra régionales étaient connus dans les pratiques phytosanitaires sur une même culture permettant de justifier la nécessité de les prendre en compte.

#### 2.2.2.2 Approche quantitative

Par l'approche quantitative, on va tâcher de cerner les pratiques d'utilisation des produits phytosanitaires à travers des données chiffrées, soit en masse, soit en nombre de traitements (conduisant à des surfaces développées traitées).

Il convient donc de noter dès maintenant la principale différence avec l'approche typologique précédemment décrite : cette approche ne prend pas en compte la nature et les propriétés de comportement dans l'environnement des molécules phytosanitaires utilisées.

Deux familles complémentaires de descripteurs peuvent être construites à partir de :

- la quantité de substances actives appliquée : il s'agit de la quantité totale de substances actives utilisées sur une zone donnée . Il convient à cet effet de ne pas confondre quantité de produits phytosanitaires et quantité de substances actives.

$$Q_{tot} = \sum_{cult} (Q_{cult} * S_{cult})$$

avec  $Q_{tot}$  , la quantité totale de substances actives utilisées sur un secteur

$Q_{cult}$  , la quantité de substances actives utilisées par culture sur ce secteur

$S_{cult}$  , la surface concernée par culture sur ce secteur

- La surface développée traitée : elle est déterminée à partir du nombre de traitements réalisés sur une culture (critère obtenu soit à partir d'enquêtes sur les pratiques, soit assez facilement et assez précisément par dire d'expert).

$$SDT = \sum_{cult} (T_{cult} * S_{cult})$$

avec  $SDT$  , la surface développée traitée

$T_{cult}$  , le nombre de traitements réalisés sur cette culture

$S_{cult}$  , la surface concernée par culture sur ce secteur

**Tableau 10 : Comparaison des approches « Quantité » et « Surface développée traitée »**

Quantité de substances actives	Surface développée traitée
Même importance pour des conduites culturales très différentes ( <i>maïs céréalier et maïs éleveur</i> )	
Variations très importantes entre les parcelles ou les années	
<b>Non prise en compte de la toxicité ou de l'écotoxicité des substances actives et des caractéristiques de comportement dans le milieu (potentiel de mobilité, ...)</b>	
Compense les phénomènes de mélanges	Même poids pour tous les traitements ( <i>herbicide, insecticide...</i> ) quelle que soit la dose
Cas particuliers des herbicides à faible dose	Attention à la définition des traitements ( <i>Cf. ci-dessous</i> )
Obtention des données assez complexe	Facilité d'obtention des données

Un certain nombre de conventions peuvent être définies visant à réduire les divergences entre ces deux approches. Par exemple :

- *Pour la détermination du nombre de traitements* : on peut considérer qu'un traitement est différent d'un passage. Ainsi, toute application d'un produit phytosanitaire doit être considérée comme un traitement.  
*Exemple* : un désherbage maïs avec utilisation de deux herbicides en mélange<sup>7</sup> ou un passage réunissant un fongicide et un régulateur de croissance comptent pour deux traitements chacun.
- *Pour les traitements à demi-dose* : on peut considérer que deux passages à demi-dose équivalent à un seul traitement, il faut toutefois bien garder à l'esprit que leur impact peut être très différent en fonction de la date d'application.

Les différents descripteurs intéressants à déterminer s'obtiennent en rapportant ces valeurs quantitatives sur une unité de surface pertinente, qui peut être :

- *la Surface Agricole Utile (SAU) ou/et (SAU - Surface Toujours en Herbe (STH))* : dans ce cas l'indice vise à comparer les différences d'apports entre zones agricoles. Dans les restitutions cartographiques, il conviendrait donc de faire un « masque » de toutes les surfaces non agricoles (forêt, bâti, prairies, plan d'eau), à partir de Corine Land Cover ou de la BD Carto.
- *la Surface Totale* : dans ce cas on intègre un aspect « dilution dans le milieu » en généralisant les valeurs des descripteurs sur toute la surface communale ou cantonale.

On obtient ainsi :

- Apport en produit phyto (quantité ou SDT)/ SAU

C'est un indicateur de l'intensité d'utilisation des phytos entre zones agricoles. Il est donc lié aux types de cultures, mais il n'est pertinent que si les surfaces herbagères sont similaires.

- Apport en produit phyto (quantité ou SDT)/ (SAU-STH)

C'est un indicateur de l'intensité d'utilisation des phytos entre zones agricoles recevant au moins 1 traitement. Il est donc étroitement lié aux types de cultures.

- Apport en produit phyto (quantité ou SDT)/ surface totale

C'est un indicateur de la répartition territoriale des apports, il recouvre des variations de quantités / SDT, ou de SAU.

**Remarque** : les mêmes ratios peuvent aussi être calculés en ne prenant en compte que certaines familles chimiques de produits ou certaines substances actives.

<sup>7</sup> Pour un mélange autorisé figurant sur les listes positives visées par le Comité d'Homologation

### Limites de cette approche et précautions d'emploi :

La principale limite à cette approche vient de ce qu'elle ne prend pas en compte les caractéristiques de comportement dans l'environnement des molécules. De ce fait les « quantités » et/ou « Surfaces Développées traitées » ne doivent pas être considérées comme proportionnelles à ce qui peut être retrouvé dans les eaux.

Cette approche ne permet donc de définir qu'un premier niveau d'information mettant en évidence les zones de forte utilisation de produits phytosanitaires. Afin d'être correctement interprété, elle doit être complétée, **de manière indispensable**, par des informations sur la répartition des cultures (et en particulier des cultures régionalement connues comme potentiellement plus « à risques » du fait soit du caractère intensif des traitements, soit de l'utilisation de certaines molécules à des périodes où les conditions météorologiques favorisent les transferts, ou de molécules fréquemment retrouvées dans les eaux). Car dans la perspective d'une approche experte et pédagogique, il faudra pouvoir expliquer, et éventuellement corriger les contrastes observés dans la distribution spatiale des quantités de produits phytosanitaires appliqués.

Si l'on prend l'exemple particulier de la culture du maïs, une étude réalisée sur un secteur pilote en région Lorraine indiquait sur ce site que le maïs était la culture utilisant la plus faible quantité de produits phytosanitaires. Une approche strictement quantitative (par « pression phytosanitaire ») conduirait donc à considérer les zones où cette culture fortement implantée comme étant des zones avec de faibles pressions phytosanitaires, alors même que les principaux problèmes de contamination des eaux sur ce site étaient dus à l'atrazine, exclusivement utilisée sur maïs. En revanche l'intégration des éléments de comportements des molécules dans l'environnement permet de redresser cette approche.

#### 2.2.2.2.3 Approches complémentaires

D'autres indicateurs peuvent être envisagés, ainsi que des aménagements au sein de ces démarches.

- **Différentiation spatiale des « Pratiques types » pour une culture donnée** (via des avis d'experts ou des enquêtes sur les pratiques culturelles) :  
Dans le cas où des différences significatives entre les nombres de traitements ou les types de molécules ont pu être mises en évidence (par exemple en fonction des secteurs d'influence des distributeurs ou des prescripteurs), on peut réaliser les différentes approches précédemment présentées non plus sur la région entière mais pour chacune des sous-zones ainsi délimitées.
- **Approche des pollutions ponctuelles au niveau des sièges d'exploitation :**  
En raison de l'impossibilité de construire une répartition spatiale du risque « pollution ponctuelle » à l'échelle régionale, il a été décidé de ne pas l'intégrer à la démarche. On peut toutefois envisager de les aborder très simplement à travers l'indicateur « nombre de sièges d'exploitation par commune ». Ceci paraît toutefois surtout intéressant lors des réflexions pour le choix de bassins versants pilotes.

#### 2.2.2.2.4 Prise en compte de la climatologie

Sur des régions présentant des contrastes intra-annuel et spatiaux de répartition des précipitations, il peut être pertinent de déterminer les périodes moyennes (sur la base de données fréquentielles des pluies efficaces) :

- de recharge des aquifères pour les eaux souterraines,
- de saturation des sols pour les eaux de surface,

puis de les mettre en relation avec les dates d'application des produits phytosanitaires. Toutefois en établissant ces relations entre les périodes de précipitations générant de l'eau excédentaire et celles des traitements, il ne faut pas perdre de vue que les pas de temps à prendre en compte peuvent être très différents.

Vis-à-vis des transferts vers les eaux superficielles, c'est principalement la quasi-concomitance entre pluies et traitements qui importe (pas de temps court), les transferts intervenant lors des premières pluies survenant après le traitement. Inversement, ce sont les traitements appliqués avant les pluies alimentant la recharge de l'aquifère qui sont les plus susceptibles de contaminer les eaux souterraines, généralement après un temps de transit dans le sol de plusieurs semaines ou plusieurs mois (pas de temps moyen à long).

#### 2.2.2.2.5 Cas des usages non agricoles

Pour l'approche régionale, on ne s'intéressera aux usages non agricoles que dès lors qu'ils sont susceptibles d'avoir un effet significatif par rapport aux usages agricoles, ce qui ne peut intervenir que sur un nombre de sites très limités qu'il convient d'identifier. En dehors de ces cas particuliers, et à l'échelle de travail régionale, on conviendra donc de ne pas prendre en compte les usages non agricoles. Bien évidemment, dès lors que l'on repassera à une échelle de travail plus fine, les aspects non agricoles devront impérativement être pris en compte.

Une première approche peut très bien se limiter à une carte de la répartition de la population ou de la densité de la population, à partir de l'hypothèse simplificatrice d'une corrélation entre l'importance de la population d'une zone et l'utilisation de produits phytosanitaires par les collectivités locales, les industries et les particuliers.

Des approches plus fines nécessitent d'acquérir des données très disparates auprès des multiples utilisateurs non-agricoles (communes, terrains de sports, aires de loisir, gestionnaires de voiries, SNCF, particuliers, ...). L'acquisition de ces données ne peut entrer dans le cadre de cette démarche car il s'agit d'enquêtes très lourdes et coûteuses à mettre en place.

##### EN RESUME :

La construction de la couche d'information sur l'utilisation des produits phytosanitaires nécessite :

- des données sur la répartition spatiale des cultures (statistiques agricoles, ...),
- des données sur les pratiques phytosanitaires locales par cultures (expertise, enquête « pratiques culturales », ...).

Deux approches sont possibles :

- une approche strictement typologique, basée sur l'expertise des systèmes culturaux et des pratiques phytosanitaires associées,
- une approche passant par la construction d'indicateurs quantitatifs sur la répartition des applications de produits phytosanitaires (en masse ou en nombre de traitement), mais qui doit être complétée d'une expertise des systèmes culturaux et des pratiques associées, et de la prise en compte du comportement des molécules utilisées dans l'environnement.

Sauf cas bien identifiés et dont la répartition spatiale peut être connue avec suffisamment de précisions, on choisit de négliger les aspects :

- pollutions ponctuelles,
- utilisations non agricoles.

## 2.3 Constitution de la couche « Enjeux »

*Objectif* : Constituer une représentation fonctionnelle des enjeux de la protection des milieux aquatiques à travers leurs « usages ».

On a défini au 1.2.1 un potentiel de contamination des eaux représentant la distribution spatiale de la probabilité pour qu'il y ait une pollution des eaux superficielles ou souterraines. Le risque d'altération d'un usage n'apparaît que lorsque ce potentiel peut affecter un des usages de l'eau. C'est ce que l'on a appelé ici les **enjeux**. Il est donc nécessaire de constituer une couche « enjeux » qui, confrontée à celle du potentiel de contamination, donnera aux membres du groupe régional les éléments pour définir des priorités dans le choix des systèmes aquatiques susceptibles d'être contaminés par les produits phytosanitaires et nécessitant la mise en place d'un plan d'action. Les bassins versants prioritaires choisis à l'intérieur de ces masses d'eau permettront de tester les plans d'actions qui auront vocation à s'étendre à l'ensemble des masses d'eau ainsi désignées.

### 2.3.1 Liste des enjeux

On compte différents enjeux que l'on peut classer arbitrairement en trois catégories :

- Les enjeux alimentaires
- Les enjeux socio-économiques
- Les enjeux environnementaux et patrimoniaux

A noter que l'ensemble de ces enjeux devront d'ici fin 2004 être répertoriés dans des registres des zones protégées tels que prévu par la directive cadre sur l'eau (Directive UE 2000/60).

Selon cette directive la désignation des zones protégées se réfère à l'application « d'une législation communautaire spécifique concernant la protection des eaux de surface et des eaux souterraines ou la conservation des habitats et des espèces directement dépendantes de l'eau. » Elle prévoit également la désignation de zones protégées en application de « législations nationales ou locales ».

Outre ces zones protégées la directive cadre sur l'eau prévoit également l'établissement de registres des captages. Ces registres seront établis sous le pilotage des services du préfet coordinateur de bassin (DIREN de bassin).

Il en découlera deux types de zones protégées :

- des **zones géographiques**, par exemple :
  - \* les zones vulnérables (directive nitrates),
  - \* les zones désignées en tant qu'eaux de baignade,
  - \* les zones désignées comme zone de protection des habitats et des espèces où l'amélioration de l'état des eaux constitue un facteur important de cette protection, et notamment les sites Natura 2000,
- des **masses d'eau**, par exemple :
  - \* les masses d'eau utilisées pour le captage de l'eau potable (> 10 m<sup>3</sup>/jour ou > 50 habitants) et les masses d'eau destinées dans le futur à un tel usage,
  - \* les masses d'eau désignées en tant qu'eau de plaisance (qui intègrent les zones de baignade).

**Tableau 11 : Liste non exhaustive des principaux enjeux pouvant être pris en compte**

[illegible]

Dans l'attente de la formalisation de ces registres on pourra se procurer les documents déjà disponibles pour la région considérée. On peut citer :

- le ou les SDAGE de la région, qui définissent les enjeux environnementaux,
- les SAGE éventuels,
- les schémas de service établis par les différentes administrations (transports, aménagements de l'espace). Quand ils existent, ces documents sont disponibles auprès des DRAF ou DIREN,
- les Unités de Distribution (UDI) et leurs caractéristiques, disponibles auprès des DDASS,
- Les schémas d'adduction d'eau (MISE ou Conseils Généraux),
- certaines DIREN ont également réalisé des Atlas Environnementaux susceptibles de synthétiser différents enjeux.



Quand ces documents ne sont pas disponibles, ou si l'on veut affiner la liste établie, on peut s'inspirer des enjeux cités dans la liste suivante (voir tableau 11), non exhaustive (à noter que la plupart de ces enjeux seront répertoriés dans les registres des zones protégées au titre de la directive cadre sur l'eau, il convient donc d'interroger les DIREN et/ou l'IFEN sur la disponibilité de l'information avant d'engager des recherches plus poussées).

Toutes les régions peuvent ne pas disposer de l'ensemble de ces données, ou certains de ces enjeux peuvent s'avérer non pertinents dans une région.

De plus, outre les enjeux cités ci-dessus, peuvent exister des dispositifs ou des initiatives spécifiques à certaines régions :

- travaux du Conservatoire des Sites (définition avec la région et les départements d'Espaces Naturels Remarquables), ...
- localisation de sites d'espèces remarquables (grand tétras, castor, chauves Souris, ...)
- Certaines zones d'action prioritaire, comme les zones labellisées Fertimieux ou les contrats de rivière n'interviennent pas à proprement parler au niveau de la définition des enjeux, mais peuvent influencer sur le choix des bassins versants prioritaires (voir 3.2.2), car elles assurent une certaine mobilisation des acteurs locaux

*NOTA : il existe une codification SANDRE des enjeux à laquelle il peut être intéressant de faire appel*

### 2.3.2 Mode de représentation cartographique

Il est conseillé dans un premier temps de réaliser des cartes par types d'enjeux pouvant être affectés par la présence de produits phytosanitaires dans l'eau, en effectuant par exemple un cumul pour chaque type d'enjeux. Ces types d'enjeux seront ensuite hiérarchisés, selon les priorités définies au niveau de la région

Un moyen simple de synthétiser les enjeux d'un type donné peut consister à utiliser comme indicateur la « densité d'enjeux » Le GREPPES de la Région Centre a mis en œuvre cette approche. Il convient toutefois de conserver le plus possible l'intégrité des informations sur les enjeux, dans une perspective « pédagogique ».

#### EN RESUME :

Il convient de réaliser un inventaire le plus exhaustif possible des enjeux régionaux sur l'eau.

C'est au groupe régional, dans le cadre d'une large consultation et sur la base de la présentation cartographique de ces enjeux, qu'il reviendra de les hiérarchiser en termes de priorités régionales vis-à-vis d'une possible contamination par les produits phytosanitaires.

## Troisième partie : Traitement des couches d'informations

### 3.1 Construction de la couche « Potentiel de contamination »

La couche « Potentiel de contamination » est constitué par le croisement typologique des couches « vulnérabilité (intrinsèque) » et « Utilisation des produits phytosanitaires », puis de la traduction de la typologie en une gradation de risque.

On gardera à l'esprit qu'il réside un caractère « aléatoire » dans le potentiel de contamination qui tient :

- d'une part dans l'expression effective de ce potentiel, qui dépend essentiellement de la météorologie (domaine chaotique sans doute le plus proche de « l'aléatoire », et sur lequel pourtant on peut établir des prévisions) et plus précisément du délai entre les applications (appréciables en terme de date moyenne régionale) et les premières précipitations efficaces réelles (c'est à dire intégrant la Réserve Utile des sols),
- d'autre part dans le mode statistique de formalisation d'un certain nombre de paramètres utilisés (Unités Cartographiques des Sols, statistiques communales ou cantonales de l'occupation des terres agricoles), qui corresponde à une formulation fréquentielle, en terme de distribution spatiale, de ces paramètres.

La mise en relation des couches d'informations « vulnérabilité » et « utilisation des produits phytosanitaire » en vue de constituer la couche « Potentiel de contamination » présente les mêmes difficultés déjà présentées d'intersections de couches d'informations, avec une difficulté complémentaire du fait que les limites de la vulnérabilité s'appuient sur des paramètres physiques (UCS, limites d'aquifères, ...) alors que celles de la pression phytosanitaire s'appuient sur des limites administratives (communes ou cantons, aire de distribution). Sur le plan technique le travail ne change pas. En revanche il convient d'avoir plus de circonspections dans le traitements des résultats et en particulier pour le traitement des limites et des « intersections minoritaires » qui sont alors générées (voir précédemment, encadré « Croisements typologiques »).

La mise en relation des typologies de « vulnérabilités » et de « pressions phytosanitaires » aboutit à traiter le type de croisement suivant :

Vulnérabilité	Forte	Intermédiaire	Faible
Pression phytosanitaire			
Forte	Potentiel de contamination fort	?	?
Intermédiaire	?	?	?
Faible	?	?	Potentiel de contamination faible

On ne peut répondre « mécaniquement » qu'au deux cas extrême « Fort-Fort » et « Faible-Faible ». Pour tous les autres cas il faudra procéder à une expertise de chaque combinaison significative afin d'établir un classement (ainsi que d'éventuels regroupements) de ces différentes combinaisons. Ce travail peut être appuyé et éclairé par des données de surveillance de la qualité des eaux issues des réseaux de surveillance, mais il conviendra d'utiliser ces données avec circonspection compte tenu de ce qui a été rappelé au préalable entre un potentiel et son expression (voir 3.1.1.).

### Exemple fictif de traitement typologique des croisements entre vulnérabilité et pression phytosanitaire pour la constitution du potentiel de contamination :

**Etape 1 :** Identification des combinaisons présentes et de leurs poids relatifs

#### Typologie de vulnérabilité ESO

Typologie de pression des produits phytosanitaires		Sol mince et très filtrant, Faible RU	Sol moyennement battant, RU moyenne	Sol hydromorphe, battant, Forte RU
	Pression brute potentielle polluante forte	Absent	<b>A</b> sur 5 % zone ESO	<b>B</b> sur 25 % zone ESO
	Pression brute potentielle polluante moyenne	<b>C</b> sur 5 % zone ESO	<b>D</b> sur 10 % zone ESO	<b>E</b> sur 15 % zone ESO
	Pression brute potentielle polluante faible	<b>F</b> sur 5 % zone ESO	<b>G</b> sur 30 % zone ESO	<b>H</b> sur 5 % zone ESO

**Etape 2 :** Un collège d'experts compétents dans chacun des domaines mis en œuvre (hydrologie, hydrogéologie, pédologie, agronomie, ...) établi un classement relatif des combinaisons significatives retenues et opère d'éventuels regroupements.

**Potentiel de contamination : (C = F) > G > A > D > (B = E = H)**

Il n'est pas nécessaire d'établir un classement à partir d'une échelle de notations quantitatives qu'il serait difficile de construire et plus encore de justifier scientifiquement. **L'objectif est bien de trier l'important, en termes d'intensité des phénomènes et/ou d'extension en surface, de ce qui peut être considéré comme non prioritaire ou négligeable.** Une échelle de notation quantitative d'objets intéressants des phénomènes d'intensité, d'extension et de périodes d'occurrence distinctes est en effet illusoire, voire trompeuse en ce sens qu'elle peut introduire une fausse sécurité sur les choix. Le classement résultant reste donc bien un « avis d'expert ».

A partir de cette grille on peut alors établir une « carte du potentiel de contamination des eaux » représentant l'extension spatiale et la localisation des différentes combinaisons effectives.

#### 3.1.1 Validation des couches d'informations

Compte tenu de l'imprécision intrinsèque des données utilisées au cours de la constitution des couches d'information, une consultation par un collège d'expert à chaque étape de la démarche est indispensable afin :

- de valider les résultats des traitements des données,
- de corriger les éventuels artefacts apparus lors des croisements entre les couches d'informations.

Il apparaît en particulier intéressant de présenter les cartes de vulnérabilités aux MISEs concernées afin de validation. La carte de l'utilisation des produits phytosanitaires pourrait également utilement être soumise aux services statistiques agricoles régionaux.

En ce qui concerne la carte du potentiel de contamination, la présentation et l'utilisation de cette carte doivent faire l'objet d'une analyse de cohérence :

- soit par simple confrontation à dire d'expert, par un groupe élargi,
- soit une confrontation à dire d'expert appuyée par résultats d'analyses là où ils sont disponibles (approche de validation appliquée par le Cemagref), voir paragraphe ci-dessous.

### 3.1.2 Apport des données de suivi de la qualité des eaux (« Analyse de cohérence » )

Dès lors que des données de suivi de la qualité des eaux sont disponibles, il peut être intéressant de les confronter avec les résultats de la cartographie du potentiel de contamination.

Il convient toutefois de prendre en compte un certain nombre de précautions dans les interprétations qui peuvent être faites à l'occasion de cette confrontation, car les phénomènes approchés par le diagnostic régional et ceux mesurés par le suivi de la qualité de l'eau ne se situent pas au même niveau. En effet le modèle présenté dans la démarche de diagnostic régional vise avant tout à saisir les différences de potentiel de contamination, c'est à dire la probabilité pour une ressource à être atteinte par une contamination par des produits phytosanitaires, mais sans que l'on puisse évaluer les effets de cette contamination en terme de concentration dans la ressource atteinte. Alors que le suivi de la qualité des eaux met lui en évidence la réponse du milieu aux apports de produits phytosanitaires, c'est à dire sa sensibilité (voir définition en 1.2.1).

Les paramètres explicatifs de cette sensibilité sont par exemple le débit pour les eaux de surface, le volume de la ressource et son taux de renouvellement pour les eaux souterraines...

Il convient également d'intégrer le fait que dans la démarche de diagnostic, un certain nombre de paramètres ont délibérément été négligés du fait de leur indisponibilité et de la complexité de leur intégration à cette échelle. Il s'agit en particulier :

- des aménagements du milieu susceptibles de favoriser la rétention et la dégradation des substances actives (zones enherbées, bois ... interceptant les écoulements de surface),
- des éléments du milieu favorisant les transferts rapides en surface (réseaux de fossés).

D'autre part, l'aire de représentativité des points de suivi peut être faussée par leur environnement immédiat (parcelles à l'aplomb du point de prélèvement, ...).

Pour ces raisons, dans une confrontation entre les données issues du suivi de la qualité des eaux avec les résultats du diagnostic régional, il n'apparaît pas pertinent d'aller trop au-delà de constat de « présence - absence » de résidus dans les eaux et, dans la mesure du possible, des variations saisonnières des détections, pour la prise en compte de ces données dans un objectif « d'analyse de cohérence » des résultats du diagnostic régional.

En revanche, les données du suivi, organisées en classes de concentration ainsi que cela est recommandé dans la brochure CORPEN sur la démarche de diagnostic<sup>8</sup>, peuvent constituer une couche de données complémentaires très intéressantes dans le cadre des réflexions et des discussions sur le choix des zones prioritaires. Elles peuvent aussi, le cas échéant, révéler des zones de faibles ou moyen potentiel de contamination, mais avec une forte expression de ce potentiel.

## 3.2 Utilisation de ces données par les groupes régionaux

Le traitement « technique » des données pour la réalisation du Diagnostic Régional s'arrête avec la constitution et la validation de la couche du potentiel de contamination. La suite du Diagnostic Régional va consister en une consultation au niveau des groupes régionaux devant permettre :

- de bien préciser et de faire hiérarchiser les enjeux sur les ressources, dans le cadre des différents programmes et objectifs déjà définis sur l'eau à travers les différentes politiques mises en place en région ou en cours de définition (DCE, ...),

---

<sup>8</sup> Qualité des eaux et produits phytosanitaires – Propositions pour une démarche de diagnostic. Groupe Diagnostic. Février 1996.

- de confronter les enjeux avec le potentiel de contamination, et de faire ainsi déterminer des zones prioritaires reconnues par tous les acteurs des actions sur l'eau.

A partir de ce zonage, on pourra déterminer les unités de gestion (bassins versants au sens large, ou ensemble de bassins versants, ou « masses d'eau » selon l'approche DCE) concernés, auxquelles on affectera le caractère prioritaire pour la mise en place d'actions.

On pourra également être amené à choisir au sein de l'ensemble des bassins versants prioritaires, des bassins versants « pilotes », susceptibles de servir de base de démonstration pour la mise en place des actions. Quelques éléments susceptibles d'orienter le choix de ces sites pilotes sont rappelés au point 3.2.2.

### 3.2.1 Modalité de confrontation « Potentiel de contamination – Enjeux »

Il est possible d'obtenir une représentation graphique du risque sans combiner les couches « potentiel de contamination » et « enjeux », en traçant uniquement les limites d'un ou de plusieurs enjeux sur la carte du potentiel de contamination.

Cette représentation a l'avantage de permettre la visualisation des zones à risques pour un enjeu donné tout en conservant le potentiel de contamination. Aucun calcul arbitraire n'est ainsi effectué entre les couches « potentiel de contamination » et « enjeux ».

Afin de conserver une bonne lisibilité des choix effectués, il n'apparaît pas pertinent d'aller très au-delà de ces superpositions graphiques.

### 3.2.2 Choix de « bassins versants » prioritaires pilotes

Objectif : sélectionner des zones pilotes pour la mise en place d'action-démonstration pour le maintien ou la reconquête de la qualité des eaux, ayant vocation à être ensuite étendues dans le cadre de plan de gestion.

Afin de répondre à l'objectif d' « action-démonstration », plusieurs points doivent ou peuvent être pris en considération lors du choix de zones pilotes :

- la représentativité des situations agricoles,
- la rapidité d'obtention de résultats et leur lisibilité technique,
- la faisabilité sur le terrain,
- les coûts de mise en œuvre ...

Pour chacun de ces points, plusieurs paramètres complémentaires peuvent être mobilisés, parfois disponibles dans des bases de données déjà évoquées, ou pouvant nécessiter l'acquisition d'informations supplémentaires :

A- Paramètres complémentaires à la couche « utilisation des produits phytosanitaires » pouvant servir à la représentation des « situations agricoles » :

- ***Les Orientations Technico-Economiques des Exploitations (OTEX)***

L'OTEX est un système de classement des exploitations agricoles, basé sur l'utilisation des Marges Brutes Standards (MBS) des différentes productions de l'exploitation, affectées de coefficients régionalisés. Il permet ainsi de définir l'orientation technico-économique dominante d'une exploitation donnée et d'opérer des regroupements en "système de production". A partir des données du RA (les seules suffisamment exhaustives) on peut également calculer une OTEX pour une commune ou un canton, et dessiner ainsi les grandes orientations technico-économiques d'une région.

- ***Les aires de distributions des distributeurs et prescripteurs de produits phytosanitaires,***

- **Les Petites Régions Agricoles** (voir limite de ce paramètre en 2.2.2.1).

B- Paramètres pertinents pour l'appréhension de la rapidité de résultats :

- BV situé en tête de bassin pour ESU,
- Taille réduite,
- Site potentiellement bien renseigné sur la circulation des eaux (ESO et ESU),
- ...

C- Paramètres pertinents pour l'appréhension de la faisabilité sur le terrain :

- Nombre limité d'agriculteurs,
- Motivation des agriculteurs (sur dire d'expert),
- Actions déjà existantes (Ferti-mieux, MAE, CTE collectifs « eau », ...),
- ...

## ***ANNEXES***

**ANNEXE 1 : De la vulnérabilité ...**

**ANNEXE 2 : SIG, SIRS et analyse spatiale**

**ANNEXE 3 : Fiches descriptives des Bases de données utilisables pour le diagnostic régional**

**ANNEXE 4 : Sources de données et ressources diverses**

**ANNEXE 5 : Références de travaux disponibles sur les typologies de sols**

## ANNEXE 1 : De la vulnérabilité ...

La principale différence sur l'emploi du terme de « vulnérabilité » entre l'approche d'analyse des risques naturels et l'approche hydrogéologique, tient à l'objet considéré.

Ainsi dans une démarche d'analyse de risque du type de celle conduite vis-à-vis des risques naturels, la notion de vulnérabilité s'appliquerait à la ressource en eau en tant qu'apte ou non à conserver une intégrité d'usage (par exemple eau de consommation) c'est à dire à rester en deçà de certains seuils de concentration. Le débit des cours d'eau ou le taux de renouvellement annuel des nappes seront ainsi des facteurs importants de cette vulnérabilité.

Dans la démarche mise en œuvre dans cette brochure, la vulnérabilité s'applique à la ressource en eau en tant que plus ou moins bien protégée des émissions de substances dans son aire d'alimentation. L'objet de la caractérisation inclut donc les compartiments du milieu situés entre l'émission et la ressource (en particulier le sol). On y retrouvera donc les facteurs d'exposition, relatifs aux processus de rétention, de transfert et de dégradation des produits utilisés.

La définition de la vulnérabilité (de l'eau souterraine aux pollutions) discutée puis arrêtée dans le Dictionnaire français d'Hydrologie (référence en annexe 4) campe bien cette approche :

### *Vulnérabilité (de l'eau souterraine) aux pollutions*

#### **Etymologie et Histoire**

Dérivé savant de vulnérable, du latin vulnerabilis, de vulnerare, « blesser » : qui peut être blessé, atteint.

Le terme vulnérabilité (attesté en 1836, chez Balzac au sens général) a été introduit dans la littérature hydrogéologique par J. Margat en 1968. Il est aujourd'hui couramment usité, y compris dans sa version anglaise (vulnerability) ; cf. " Guide Book on mapping Groundwater Vulnerability " (AIH Intern. Contrib. to Hydrogeology, n°16, 1994). Réf. : G.Castany, 1980, O.Banton, 1997.

**Remarque** : Emprunté au langage courant (en parlant surtout du corps), ce terme de vulnérabilité, appliqué d'abord aux eaux souterraines, permettait par une métaphore expressive, d'abord de sensibiliser (rendre conscient que les eaux souterraines ne sont pas, en général, à l'abri des pollutions, malgré l'idée de pureté naturelle qui leur est communément attachée), puis de faire comprendre des différences (la variété des conditions naturelles rend ces eaux inégalement protégées, d'où divers degrés de vulnérabilité à identifier et cartographier).

#### **Définition proposée**

**Défaut de protection ou de défense naturelle de l'eau souterraine contre des menaces de pollution, en fonction des conditions hydrogéologiques locales.**

#### **Commentaires (J. MARGAT, octobre 1998) :**

- La notion de vulnérabilité ainsi définie ne dépendant que des seules conditions physiographiques et hydrogéologiques - donc de variables d'état - et qualifiée souvent, de ce fait, d' " intrinsèque ", ne doit pas être élargie en incluant le degré d'exposition aux risques de pollution, c'est à dire à la probabilité de faits polluants menaçant les qualités de l'eau souterraine, qui procèdent de variables de décision.
- Toutefois le concept de vulnérabilité « en général », indépendamment des types de polluants et des processus de pollution, est trop simple ; aussi doit-il non seulement faire l'objet d'une classification en différents degrés - suivant une gradation surtout ordinale -, mais aussi d'une différenciation en fonction des principaux processus de pollution : suivant l'origine (surface du sol - source de pollution ponctuelle ou diffuse - sous-sol - stockage souterrain - forage - eau de surface polluée) et suivant la durée (pollution accidentelle ou chronique).
- La vulnérabilité est encore composite dans la mesure où elle intègre deux phénomènes et où son évaluation se réfère à deux critères :
  - la facilité et la rapidité suivant lesquelles des matières polluantes d'origine superficielle peuvent atteindre l'eau souterraine et dégrader ses qualités, en fonction des défauts de défense « passive » (caractères structuraux), voire « active » (processus hydrodynamiques, hydrochimiques ou biochimiques en zone non saturée) ;
  - la difficulté et la lenteur de la régénération des qualités de l'eau souterraine, de l'effacement de l'impact après arrêt du fait polluant (lorsqu'il s'agit de pollution temporaire), c'est à dire la faiblesse de la résilience d'une nappe souterraine, qui dépend davantage des conditions hydrodynamiques de l'aquifère - à l'instar du « pouvoir auto-épurateur » d'un cours d'eau.

Une nappe souterraine est d'autant plus vulnérable aux pollutions qu'elle est mal défendue et que sa résilience est faible.



## ANNEXE 2 : SIG, SIRS et analyse spatiale

### Définition des SIG :

Il n'existe pas de définition « officielle » des SIG.

Divers auteurs ont dans la littérature de langue française proposé des définitions qui sont reconnues :

- « Les SIG utilisent des moyens informatiques pour stocker, consulter et manipuler les objets représentés sur les cartes ou les plans, ainsi que les informations qui leur sont directement ou indirectement attachées » (Rouet, 1991)
- « Un SIG est un ensemble de matériels, logiciels, données et personnes dont la fonction est d'exploiter l'information géographique pour produire des résultats et atteindre un but » (Pornon, 1992)
- « Un SIG est un système de gestion de bases de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées » (Pornon, 1992)

Les définitions de la littérature anglo-américaine ont été regroupées par Maguire sous trois angles : la cartographie, les bases de données, l'analyse spatiale. Cet auteur place les SIG au croisement de quatre disciplines avec lesquelles une partie de l'histoire, des principes et des technologies des SIG ont à voir : la cartographie automatique, la télédétection, la gestion de bases de données, la conception assistée par ordinateur.

Il faut souligner que les SIG sont avant tout des « systèmes d'information » et donc des systèmes destinés à gérer et représenter l'ensemble des connaissances sur un « univers » donné.

Pour éviter de confondre les outils SIG (logiciels de SIG) et les SIG en tant que concept tel que « défini » plus haut, on pourrait pour ce concept utiliser la dénomination mise en avant par l'Université de Laval au Québec et parler de **Systèmes d'Information à Référence Spatiale (SIRS)** : un SIRS est « le système d'information d'une ou plusieurs organisations qui gèrent et utilisent des informations spatialisées. Ce système concerne un territoire. Il est une extension du système d'information classique. » (Rouzet, 1995). On peut ainsi dire que :

- le SIG est un outil logiciel qui utilise des données cartographiques
- le SIRS est un système d'information qui utilise à la fois des outils SIG et des systèmes de gestion de bases de données.

Pour l'instant, nous entendrons, sauf mention contraire, le sigle SIG comme désignant le concept général, et parlerons d'**outil SIG** pour évoquer un logiciel maniant l'information géographique, tels ceux présents en région (Géoconcept, Arcview, Mapinfo,...). Les données organisées (description, procédure, moyens matériels et humains) seront qualifiées de **base SIG**.

### L'analyse spatiale :

Parmi les différentes fonctionnalités des SIG, le zonage régional nous conduit à faire appel principalement à l'analyse spatiale, que l'on peut définir ainsi : « L'analyse spatiale est l'analyse dans l'espace de phénomènes dont on connaît la localisation et l'étendue dans cet espace. Cette analyse peut être effectuée sur un seul phénomène à la fois, ou sur un groupe de deux ou de plusieurs. Elle permet de mieux connaître les caractéristiques spatiales des phénomènes sur le territoire ainsi que leur interrelations dans l'espace. Elle peut porter sur des phénomènes existants, simulés, ou les deux » (Champoux et Bédard, 1992)

C'est par l'analyse spatiale que les SIG se distinguent des systèmes d'information « classiques » qui s'appuient sur des logiciels SGBD (système de gestion de base de données). Les bases de données que gèrent les SIG sont en effet spatialisées, c'est à dire positionnées dans un espace cartographique (et sont de plus parfaitement capables de communiquer avec les bases de données « classiques » pour peu qu'un identifiant unique permette de faire la liaison entre un objet graphique géré par l'outil SIG et un - et un seul - objet géré par le SGBD).

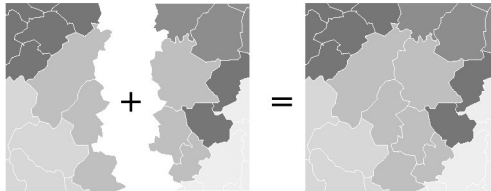
Le caractère spatialisé des données permet d'ajouter aux opérateurs habituels des opérateurs spatiaux. Tout se passe comme si, aux manipulations habituelles de données, faisant intervenir les quatre opérations (somme, différence, multiplication, division) et des traitements mathématiques divers, s'ajoutait une « arithmétique spatiale » qui permet d'interroger les données graphiques avec des opérateurs du genre : à une distance de, inclus dans, intersectant, ayant son centre dans, contenant, etc...

Leur combinaison permet aussi de réaliser des opérations spatiales créant de nouvelles données.

Les exemples ci-après illustrent des opérations spatiales (schémas tirés du logiciel ArcView d'ESRI) :

### Réunion (ajouter)

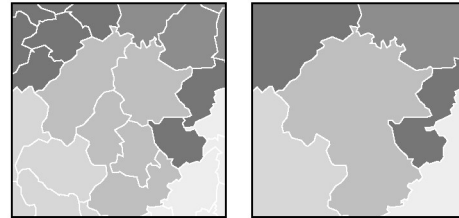
Opération réunissant les entités de deux ou plusieurs Thèmes en un seul Thème. Les attributs sont conservés seulement s'ils ont le même nom dans tous les Thèmes. *Pour effacer les frontières, il faut faire ensuite une aggrégation.*



**Thème 1    Thème 2    Thème 3**

### Aggrégation (fusionner)

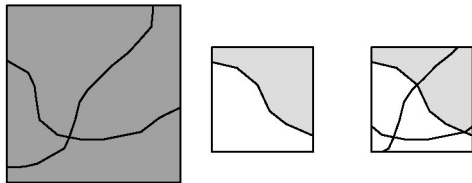
Opération rassemblant les entités ayant la même valeur pour UN attribut, en conservant - ou pas - les autres valeurs par la méthode de votre choix: (somme, min., max.,...).



**Entrée    Sortie**

### Intersection (découper)

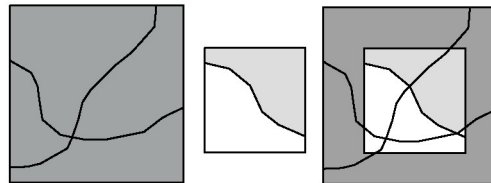
Opération combinant un Thème 1 (cible) avec un Thème 2 pour produire un Thème 3 qui aura tous les attributs des deux thèmes, et l'extension spatiale de leur partie commune.



**Thème 1    x    Thème 2    =    Thème 3**

### Union

Opération combinant un Thème 1 et un Thème 2 pour produire un Thème 3 qui aura tous les attributs et toute l'extension spatiale des deux thèmes de départ.



**Thème 1    x    Thème 2    =    Thème 3**

La liste n'est pas exhaustive et on parle aussi de buffers (zones tampons), de pochoirs pour créer des trous,...

Les opérateurs spatiaux peuvent tout autant concerner les données graphiques, en créant - ou pas - de nouvelles données graphiques dérivées, que les seules données alphanumériques associées aux données graphiques (appelées souvent attributs ou données attributaires) qui peuvent être sélectionnées et manipulées - en particulier avec le langage SQL - à l'aide de ces opérateurs spatiaux en plus des opérateurs classiques.

On imagine bien la puissance de ce genre d'outil SIG, qui permet de répondre commodément à des questions du genre :

- combien d'individus entre 12 et 18 ans habitent à moins de 30 minutes de transport de tel point ?
- quelles sont les surfaces de vignes à moins de 200 m de telle route à grande circulation ?

La disponibilité de ces opérateurs permet à l'utilisateur, qui connaît bien les capacités de son outil SIG et combine ces opérations à bon escient, de répondre à tous les objectifs,..... pour peu que les données le permettent.

**Il n'y a pas d'autre recette méthodologique que la rigueur et le bon sens, de la même façon que pour la résolution d'un problème d'arithmétique, mais il y a le danger particulier que le résultat n'est ici pas facile à évaluer : si mes calculs arithmétiques montrent que la moyenne d'âge d'un élève de Cours Primaire est de 140 ans, je sais que j'ai fait une erreur ! Mais si mes manipulations SIG disent que des communes des Landes sont occupées à 80 % par de la forêt, que penser ?**

## ***ANNEXE 3 : Fiches descriptives des bases de données utilisables pour le Diagnostic Régional***

### REFERENTIELS BIO-GEOPHYSIQUE

- **BD Carto** (*couche « Habillage »*) (IGN)
- **CORINE Land Cover** (IFEN – IGN / DIREN)
- **Modèle numérique de terrain dérivé de la BD Alti** (IGN)

### THEMATIQUE EAU

- **BD Carthage** (IGN – Agences de l'Eau)
- **BD RHF v 1.1** (BRGM)
- **Base de données ADES** (BRGM)
- **Banque de données Sous-Sol (BSS)** (BRGM)
- **Banque HYDRO** (MEDD – EDF)

### DONNEES METEOROLOGIQUES

- **Base AURELHY** (Météo France)
- **BD-CLIM** (Météo France)
- **Banque PLUVIO** (Météo France)

### DONNEES PEDOLOGIQUES

- **Base de données géographiques des sols de France** (INRA)
- **Base de données cantonales des analyses de sols - France** (INRA)
- **IGCS** (INRA + autres partenaires)

### STATISTIQUES AGRICOLES

- **Recensement Agricole 2000** (SCEES)
- **Déclaration PAC annuelle** (SCEES)
- **Statistiques Agricoles Annuelles** (DRAF-SRSA)
- **Casier Viticole Informatisé**
- **Enquête Pratiques Culturelles** (SCEES, DRAF-SRSA)

## BD Carto

Référentiel national à moyenne échelle en format vecteur.

### DESCRIPTION

<b>Format d'objet :</b>	Vecteur.
<b>Objets / Thèmes :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réseau routier et franchissements (<i>lignes et points</i>)</li> <li>- Réseau ferré (<i>ligne et points</i>)</li> <li>- Hydrographie (<i>doit être substituée par la BD Carthage à partir de 2002</i>)</li> <li>- Unités administratives (<i>lignes, seul le thème « commune » est en polygones</i>)</li> <li>- Habillage (<i>occupation des sols en 13 postes, polygone</i>)</li> <li>- Toponymes</li> <li>- Equipements (<i>points</i>)</li> </ul>

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Les attributs les plus intéressants pour la démarche de diagnostic sont :

- le découpage communal en structure de polygone
- l'habillage (occupation du sol), plus précis géographiquement que Corine Land Cover mais moins riche thématiquement, avec les treize postes suivants ;

Bâti	Prairie	Sable, gravier	Marais, tourbière
Zone d'activités	Vigne et verger	Rocher, éboulis	Marais salant
Carrière,	Forêt		Eau libre
décharge	Broussailles		Glacier, névé

Pour le diagnostic les types d'objets les plus intéressants sont le Bâti, les Vignes et Vergers et les Forêts.

Par rapport à Corine Land Cover, cette base présente l'avantage d'intégrer des objets de taille plus petite (taille minimale de 5 ha au lieu de 25 ha), en revanche les activités vignes et arboriculture y sont confondues.

Cette base intègre également la quasi-totalité du réseau routier et du réseau ferré, ce qui peut être intéressant pour les aspects ZNA.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

<b>Source :</b>	Carte IGN 1 : 50.000 et scènes SPOT pour l'occupation du sol.
<b>Mode de production :</b>	Numérisation des cartes IGN au 1 : 50.000 et interprétation des images satellites.

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

<b>Echelle de travail :</b>	1 : 100.000 à 1 : 500.000.
<b>Précision / Qualité :</b>	décamétrique (10 à 30 m en erreur moyenne quadratique).
<b>Territoire disponible :</b>	France entière.
<b>Système de projection :</b>	Lambert II étendu.

### VALIDITE DES DONNES

<b>Délai de mise à jour :</b>	1 ans	Réseau autoroutier, réseau vert, liaison régionales Réseau TGV Unités administratives Hydrographie	2 ans	Réseau routier départemental Réseau EDF Réseau ferré Transport par câble Aérodromes Nouveaux barrages
	4 à 11 ans	Hydrographie Réseau routier non classé Toponymes Equipements		
			10 ans	Occupation du sol

### ACCES ET DIFFUSION

<b>Producteur :</b>	IGN.
<b>Modalités de diffusion :</b>	Convention d'usage avec l'IGN.

# Corine Land Cover

Base de données de l'occupation bio-physique des sols réalisée dans le cadre du programme européen CORINE (COoRdination de l'INformation sur l'Environnement).

## DESCRIPTION

**Format d'objet :** Vecteur.  
**Objets :** Polygones.  
**Attributs :** Nomenclature hiérarchique de l'occupation des sols en 44 postes au niveau 3 :

111 Tissu urbain continu 112 Tissu urbain discontinu 121 Zones ind. et Comm. 122 Réseaux routiers et ferrés 123 Zones portuaires 124 Aéroports 131 Extraction de matériaux 132 Décharges 133 Chantiers 141 Espaces verts urbains 142 Equipements sportifs et loisirs	211 Terres arables 212 Périmètres irrigués perm. 213 Rizières 221 Vignobles 222 Vergers et petits fruits 223 Oliveraies 231 Prairies 241 Cult. Annuelles + perm. 242 Syst. Cult. Complexes 243 Terr. Agro-naturels 244 Terr. Agro-forestiers	311 Forêts de feuillus 312 Forêts de conifères 313 Forêts mélangées 321 Pelouses et pâturages nat. 322 Landes et broussailles 323 Végétation sclérophylle 324 Forêt et vég. en mutation 331 Plages, dunes et sable 332 Roches nues 333 Végétation clairsemée 334 Zones incendiées 335 Glaciers et neiges éternelles	411 Marais intérieurs 412 Tourbières 421 Marais maritimes 422 Marais salants 423 Zones intertidales  511 Cours et voies d'eau 512 Plans d'eau 521 Lagunes littorales 522 Estuaires 523 Mers et océans
--	--	--	---

## INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Peut servir de palliatif pour certains postes de la BD Carto si celle-ci n'est pas disponible pour les zones forestières, les plans d'eau et les zones urbaines en particulier. On peut éventuellement tenter d'utiliser les postes arboriculture et vigne si ces activités ne sont pas trop morcelées (limites des 25 ha) et à la condition d'avoir validé une faible évolution des implantations depuis les dates des scènes satellites.

## ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Source :** Scènes satellites LANDSAT TM et SPOT XS (1989 à 1994).  
**Mode de production :** Photo-interprétation des images satellites, report cartographique puis digitalisation des contours et labellisation selon la nomenclature européenne en 44 postes.

## QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

**Echelle de travail :** 1 : 100.000.  
**Précision / Qualité :** hectométrique ; la taille minimale des polygones et de 25 ha (tolérance de 20 % par rapport à cette valeur, de plus elle est de 5 ha pour la zone sud « prototype ») et de 100 m de large pour les objets « linéaire » (sauf pour assurer la continuité des secteurs urbains).  
**Territoire disponible :** France entière.  
**Système de projection :** Lambert II étendu.

## VALIDITE DES DONNES

**Délai de mise à jour :** v.1.3. Mise à jour non prévue.

## ACCES ET DIFFUSION

**Producteur :** IFEN.  
**Modalités de diffusion :** Distribué par l'IGN, d'autre part chaque DIREN dispose des fichiers de sa région au format MapInfo.

<b>MNT dérivé de la BD ALTI</b>	
Modèle Numérique de terrain (MNT) dérivé de la Base de données altimétriques de référence de l'IGN.	
<b>DESCRIPTION</b>	
<b>Format d'objet :</b>	Raster (grille d'un pas de 50 m).
<b>Objets :</b>	Matrice de points de 50 m d'arrête.
<b>Attributs :</b>	Altitude (Z) en mètre.
<b>INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL</b>	
Permettre d'affiner l'analyse de certaines situations (singularités sur pentes, ...). Cette base n'apparaît toutefois pas comme prioritaire pour la démarche à ce niveau.	
<b>ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE</b>	
<b>Source :</b>	Cartes IGN au 1 : 25.000, 1 : 50.000 et prises de vue aériennes (montagnes).
<b>Mode de production :</b>	Numérisation de l'ensemble des courbes de niveau sur les cartes précitées, de laquelle dérive le MNT par rasterisation.
<b>QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES</b>	
<b>Echelle de travail :</b>	1 : 25.000 à 1 : 100.000.
<b>Précision / Qualité :</b>	Sur l'altitude : 5 m en plaine, 40 m en haute montagne Sur les coordonnées : 2,5 m sur 80 % du territoire, 5 à 20 m en montagne.
<b>Territoire disponible :</b>	France entière.
<b>Système de projection :</b>	Lambert II étendu.
<b>VALIDITE DES DONNES</b>	
<b>Délai de mise à jour :</b>	Achevé en 1984, aucune mise à jour n'a jusqu'à présent été nécessaire.
<b>ACCES ET DIFFUSION</b>	
<b>Producteur :</b>	IGN.
<b>Modalités de diffusion :</b>	Convention d'usage avec l'IGN.

## BD CARTHAGE

Base de Données pour la CARTographie THématique des Agences de l'eau et du ministère de l'Environnement.  
 Cette base de données constitue le référentiel spatial de l'eau en France, commun en particulier aux Agences de l'Eau et aux services du ministère chargé de l'environnement.

### DESCRIPTION

<b>Format d'objet :</b>	Vecteur avec une structuration topologique.
<b>Objets :</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- l'Hydrographie, qui est décrite à travers :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydrographie linéaire</li> <li>- Hydrographie de texture</li> <li>- Zones hydrographiques</li> <li>- Objets hydrographiques isolés</li> <li>- Hydrographie zonale</li> <li>- Laisses de bord de mer</li> </ul> </li> <li>- les franchissements</li> <li>- les unités administratives (communes, départements)</li> </ul>

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Le découpage et la codification des zones hydrographiques (environ 6000 zones pour le territoire métropolitain) constituent le maillage de base du réseau des eaux de surface.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

<b>Source :</b>	BD Carto de l'IGN .
<b>Mode de production :</b>	Enrichissement thématique et géographique par les Agences de l'Eau (pour les zones hydrographiques, la codification, les coordonnées curvilignes, la continuité des cours d'eau à travers les plans d'eau ...).

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

<b>Echelle de travail :</b>	Id. BD Carto.
<b>Précision / Qualité :</b>	Id. BD Carto.
<b>Territoire disponible :</b>	France entière.
<b>Système de projection :</b>	Lambert II étendue.

### VALIDITE DES DONNES

<b>Délai de mise à jour :</b>	La version 3.0 a été finalisée au premier semestre 2002 dans le cadre de son intégration à la BD Carto.
-------------------------------	---

### ACCES ET DIFFUSION

<b>Producteur :</b>	IGN + Agence de l'Eau + OIE.
<b>Modalités de diffusion :</b>	Selon la convention signée le 15 nov. 2000 entre l'IGN et le ministère chargé de l'Environnement, ce dernier finance la mise à disposition de la BD Carthage aux organismes participant à la mission d'intérêt général dans le domaine de l'eau. On y trouve notamment : DIREN, Agence de l'Eau, DDAF, DRAF (en particulier SRPV), DDASS, DRASS, DRIRE, BRGM, CEMAGERF, CSP Chambres d'Agriculture ... La diffusion est assurée par l'IGN.
<b>Modalités d'usage :</b>	Pour les organismes bénéficiaires de la convention : usage sans limite de nombre de poste, diffusion sur internet gratuite, diffusion des données autorisée entre organismes bénéficiaires ayant une licence de la même année, autorisation de reproduction graphique en franchise de droits – à l'exclusion de la cartographie grand public – avec la mention obligatoire : « BD Carthage ® © IGN-MEDD (année de référence) ».

## BD RHF v 1.1

Base de Données sur le Référentiel Hydrogéologique Français.

Cette base de données provient de la volonté de la Direction de l'Eau du ministère en charge de l'Environnement de disposer d'une identification unique et d'un système de repérage spatial des eaux souterraines en France. La version 1 correspond à la première étape de ce projet, visant à établir un premier découpage complet, en 2D, du territoire national en entités hydrogéologiques et à leur codification uniformisée :

- domaines à grands systèmes aquifères, à nappes essentiellement libres (code 001 à 199)
- domaines à grands systèmes aquifères captifs (code 201 à 299)
- zones alluviales situées dans les domaines sans grand système aquifère individualisé (code 301 à 499)
- domaines sans grand système aquifère individualisé, en terrains sédimentaires (code 501 à 599)
- domaines sans grand système aquifère individualisé, en terrains cristallins (code 601 à 699)

### DESCRIPTION

<b>Format d'objet :</b>	Vecteur (+ fiche PDF, + fiche SANDRE en HTML).
<b>Objets :</b>	Polygones représentant les intersections avec la surface du sol des entités hydrogéologiques de référence.
<b>Attributs :</b>	Code SANDRE (selon la nomenclature nationale issue des travaux de J. MARGAT) et informations associées (fiches descriptives synthétiques par entités disponibles au format HTML et carte individuelle au format PDF).

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Cette base constitue d'une part un outil de référence commun aux différents interlocuteurs sur les eaux souterraines, elle constitue également un état de l'art de la cartographie sur ce thème. D'autre part, elle cadre bien avec l'approche en représentant les contours « affleurants » des domaines ou systèmes aquifères.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

<b>Source :</b>	Cartes géologiques au 1 : 50.000.
<b>Mode de production :</b>	Juxtaposition et harmonisation des versions locales (réalisées sur la base des cartes géologiques aux échelles du 1 : 50.000 ou du 1 : 100.000) développées depuis 1980 (notamment par les Agences de l'Eau).

### QUALITE DES DONNEES GRAPHIQUES

<b>Echelle de travail :</b>	1 : 50.000 à 1 : 100.000.
<b>Précision / Qualité :</b>	Cette première version ne présente qu'une vision 2D du patrimoine hydrogéologique. Elle reste également assez schématique pour certains domaines tels que les karsts, les nappes alluviales ou les aquifères de terrains volcaniques. Ces limites devraient être pallier dans la version 2 en chantier. <i>NOTA : cette couche de données est inutilisable avec les versions de GéoConcept antérieures à la v.5.0 du fait de leur impossibilité à gérer des objets de plus de 16.000 points.</i>
<b>Territoire disponible :</b>	France Entière.
<b>Système de projection :</b>	Lambert II étendu.

### VALIDITE DES DONNEES

<b>Délai de mise à jour :</b>	La version 2 est prévue pour le deuxième semestre 2002.
-------------------------------	---

### ACCES ET DIFFUSION

<b>Producteur :</b>	BRGM + Agences de l'eau + DIREN + OIEau, sur financement du ministère en charge de l'Environnement.
<b>Modalités de diffusion :</b>	La BD RHF v.1 est publique et libre de droit, sous réserve d'en indiquer la source.



## ADES

Banque national d'**Accès aux Données sur les Eaux Souterraines**. Cette banque rassemble sur un site internet public des données quantitatives et qualitatives relatives aux eaux souterraines. Elle réunit les données quantitatives et qualitatives de plusieurs réseaux :

- le réseau national de bassin (RNB) de connaissance sur les eaux souterraines (mis en place par les Agences de l'Eau et les DIREN)
- les données de la base SISE-EAUX, du Ministère chargé de la Santé, alimentée par le contrôle sanitaire des DDASS, concernant les eaux souterraines captées pour la production d'eau potable,
- les données de certains maîtres d'ouvrages partenaires de la banque (réseaux de collectivités locales, réseaux d'autres organismes chargés de missions publiques, réseaux privés, ...).

Cette base a été développée par le BRGM, et son animation au niveau national est assurée par la Direction de l'Eau du ministère chargé de l'Ecologie.

**NOTA : base de données encore en développement au 10/02/03**

### DESCRIPTION

**Format d'objet :** *A priori* Vecteur.

**Objets :** Stations de mesures.

**Attributs :** Données quantitatives et qualitatives, décrites selon les préconisations du SANDRE (Secrétariat d'Administration National des Données Relatives à l'Eau).

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

En regroupant les données qualitatives et quantitatives des principaux réseaux de suivi des eaux souterraines, cette base peut fournir des éléments pour l'analyse de cohérence, ainsi que des données pour alimenter la réflexion sur le Diagnostic Régional.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Source :** Données issues du RNB, de SISE-EAUX, et de quelques autres réseaux.

**Mode de production :** ---

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

**Echelle de travail :** ---

**Précision / Qualité :** (selon source).

**Territoire disponible :** France entière.

**Système de projection :** (en général Lambert 2 étendu).

### VALIDITE DES DONNES

**Date de validité :** ---

**Délai de mise à jour :** ---

### ACCES ET DIFFUSION

**Producteur :** Ministère en charge de l'Environnement, ministère en charge de la Santé, Agences de l'Eau, DIRE, DIREN et BRGM.

**Modalités de diffusion :** Accès par internet : <http://www.ades.rnde.tm.fr>

**Modalités d'utilisation :** Interrogation et traitement sur un poste local via le module « Molosse » (version réduite d'ADES).

**Format des fichiers :** ---

## BSS

**Banque de Données du Sous-Sol.** Il s'agit d'une base de données mise en place par le BRGM afin d'inventorier tous les ouvrages (forages, sondages, puits, gîtes minéraux) supérieur à 10 m de profondeur et les informations générales, scientifiques et techniques qui en sont tirés. Ces informations « sous-sol » sont mises à la disposition du public en application du code minier. Tous les points concernés sont géoréférencés.

### DESCRIPTION

<b>Format d'objet :</b>	Données au format ORACLE.
<b>Objets :</b>	Sondages, forages, sources d'eau, gîtes minéraux, travaux de fouille, carrières.
<b>Attributs :</b>	Localisation (dont coordonnées Lambert et altitude), finalité, utilisation, date d'exécution, maître d'œuvre / propriétaire / exploitant, informations techniques (coupe géologique, piézométrie, analyses, chroniques des eaux), profondeur.

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

La BSS est potentiellement une source d'information très intéressante en ce qui concerne la lithologie des couches géologiques de surfaces et la circulation des eaux. En particulier le BRGM peut en principe aisément en tirer une cartographie de la piézométrie assez générale mais avec une précision suffisante pour une étude régionale.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

<b>Source :</b>	Déclaration des producteurs de données (foreurs, scientifiques locaux, bureaux d'études, sociétés pétrolières, sociétés minières).
<b>Mode de production :</b>	

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

<b>Echelle de travail :</b>	1 : 50 000 (en référence aux cartes géologiques).
<b>Précision / Qualité :</b>	plus ou moins 10 m sur les coordonnées.
<b>Territoire disponible :</b>	France entière.
<b>Système de projection :</b>	Lambert 2 étendue.

### VALIDITE DES DONNES

<b>Date de validité :</b>	Mise en place informatique depuis 1975.
<b>Délai de mise à jour :</b>	Mise à jour permanente.

### ACCES ET DIFFUSION

<b>Producteur :</b>	BRGM.
<b>Modalités de diffusion :</b>	Accès libre.
<b>Modalités d'utilisation :</b>	
<b>Format des fichiers :</b>	

## Banque HYDRO

La Banque Nationale de Données pour l'Hydrométrie et l'Hydrologie.

Les objectifs de cette base de données sont :

- de centraliser la gestion des données hydrométriques et hydrologiques afin d'en homogénéiser la collecte et la saisie
- d'assurer le stockage des données nationales de références en hydrométrie (couples hauteurs/temps, débits journaliers calculés à partir des hauteurs et des courbes de tarages actualisées),
- diffuser instantanément aux usagers les données de référence disponibles (hauteurs et débits journaliers) et des données élaborées (calculs et estimations) issues des calculs hydrologiques.

Le ministère chargé de l'Environnement est le maître d'œuvre et d'ouvrage de cette base. Le financement est assuré par le ministère en charge de l'Environnement et EDF.

### DESCRIPTION

**Format d'objet :** Coordonnées points.  
**Objets :** Stations hydrométriques.  
**Attributs :** Hauteur, débits, barème de tarage.

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Possibilité de prendre en compte les débits des cours d'eau lors du choix des zones prioritaires.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Source :** 2400 stations de mesures actuellement en service (sur 3700 en place sur les cours d'eau).  
**Mode de production :** Relevés de terrains discrétisés et digitalisés.

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

**Echelle de travail :** ---  
**Précision / Qualité :** Ecart-type au kilomètre pour les coordonnées.  
**Territoire disponible :** France entière.  
**Système de projection :** Lambert 2 étendu.

### VALIDITE DES DONNES

**Date de validité :** ---  
**Délai de mise à jour :** Quotidienne (mais insertion des données jusqu'à 40 jours après leur enregistrement).

### ACCES ET DIFFUSION

**Producteur :** 40 producteurs principaux (DIREN, CEMAGREF, EDF, ...). L'administration de la base de données est réalisée par le Ministère en charge de l'Environnement et le Ministère en charge de l'Agriculture.  
**Modalités de diffusion :** Accès possible via Internet, RTC ou RNIS, via un logiciel d'accès fourni.  
**Modalités d'utilisation :** Disponible pour les services des Ministères gestionnaires. Sinon par convention.

NOTA : concernant les aspects pluviométrie, hydrologie, niveau des nappes, réserves en eau des sols, une autre source de documentation très intéressante est constituée par les « bulletins de situations hydrologiques » élaborés par la Direction de l'Eau au Ministère en charge de l'Environnement à partir des informations des DIREN, Agences de l'Eau, BRGM, CSP, Météo-France, VNF, EDF et les autres gestionnaires de barrages réservoirs. Ces bulletins sont disponibles au format pdf d'Acrobat sur le site du RNDE.

# AURELHY

Analyse Utilisant le Relief pour L'Hydrométéorologie.

Description des statistiques mensuelles des précipitations et des températures sur une grille régulière (maille 1 km x 1 km) couvrant la France métropolitaine. Cette couverture a été réalisée à partir des données d'environ 1700 postes sur la période 1961-1990.

## DESCRIPTION

<b>Format d'objet :</b>	Coordonnées points.
<b>Objets :</b>	Ponctuel, centre d'une maille de 1 km de côté.
<b>Attributs :</b>	Précipitations moyennes / mois
	Températures Min et Max moyennes / mois

## INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Il s'agit d'une base extrapolée, mais qui permet d'appréhender la répartition spatiale des variables météorologiques, et donc d'apprécier dans un premier temps la variabilité spatiale de la climatologie, et dans un deuxième temps, si cela s'avère pertinent, de l'inclure dans les éléments de vulnérabilité.

## ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

<b>Source :</b>	Série chronologique de précipitations et températures.
<b>Mode de production :</b>	Calculs à partir des séries chronologiques extrapolant les variations entre les postes en les modulant par le relief.

## QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

<b>Echelle de travail :</b>	---
<b>Précision / Qualité :</b>	Quadrillage de 1 km x 1 km.
<b>Territoire disponible :</b>	France entière.
<b>Système de projection :</b>	Lambert II étendu.

## VALIDITE DES DONNES

**Délai de mise à jour :**

## ACCES ET DIFFUSION

<b>Producteur :</b>	Météo France.
<b>Modalités de diffusion :</b>	Convention type Météo-France.
<b>Format des fichiers :</b>	Fichier texte (.dat).

## BD Clim

Il s'agit de la base de données nationale de Météo-France qui intègre toutes les données remontant des Stations automatiques aux Centres Départementaux de la Météorologie puis à la Direction Interrégionale.

Les données intégrées concernent :

- la pluviométrie (1172 postes automatiques + 2951 postes climatiques tenus par des bénévoles – au 01/01/01), avec 1785 stations et postes disposant de séries complètes de données quotidiennes de précipitation sur 30 ans,
- données interpolées AURELHY (cf fiche spécifique)
- l'Evapo-transpiration Potentielle (ETP) au pas de temps quotidien (formule de Pennman-Monteith) et décadaire (formule de Pennman) pour 359 stations, mais seulement 77 stations disposent de données d'ETP décadaire sur les 30 dernières années,
- ETP décadaire (Pennman) interpolées en points de grille sur une maille de 12 km, ce qui donne environ 5000 points de grille avec des données disponibles depuis 1993.
- Bilan hydrique simplifié au pas de temps décadaire (modèle à deux réservoirs et quatre hypothèses de Réserve Utile) sur 162 stations et 70 stations disposant de données sur les 30 dernières années.

### DESCRIPTION

**Format d'objet :** Coordonnées points.  
**Objets :** Stations ou postes ou points de grille.  
**Attributs :** Voir descriptif ci-dessus.

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

A travers cette base on peut récupérer des données de longues série de pluviométrie permettant une approche fréquentielle des précipitations. Elle contient également les données d'ETP permettant d'établir les périodes de recharge des aquifères.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Source :** Réseau de stations météorologiques automatiques et de postes météorologiques.  
**Mode de production :** Acquisition automatique et saisie sur bordereaux.

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

**Echelle de travail :** ---  
**Précision / Qualité :** ---  
**Territoire disponible :** France entière.  
**Système de projection :** Lambert 2 étendue.

### VALIDITE DES DONNES

**Date de validité :** Variable selon les postes et stations  
**Délai de mise à jour :** Variables selon les postes et les paramètres

### ACCES ET DIFFUSION

**Producteur :** Météo-France.  
**Modalités de diffusion :** Auprès des Centres Département ou des Directions Interrégionales.  
**Modalités d'utilisation :** Selon les termes des conventions.  
**Format des fichiers :** Variable, le plus souvent disponible en format texte (.txt).

# PLUVIO

La banque Pluvio regroupe les données pluviométriques au pas quotidien. Elle assure la coordination de la collecte et de la validation des données de différents producteurs.

Le gestionnaire de la base est Météo-France par un accord cadre interministériel.

## DESCRIPTION

<b>Format d'objet :</b>	Coordonnées point.
<b>Objets :</b>	Stations pluviométriques.
<b>Attributs :</b>	Hauteurs de pluies quotidiennes, cumuls décadaire en mensuels, cumuls classés, maxima saisonniers et annuels, extrêmes quotidiens Gumbel, extrêmes saisonniers Galton, extrêmes annuels Gauss, dépassements de seuils ( disponibilité variable selon les stations).

## INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Intéressant pour intégrer l'évolution des circulations de l'eau dans le sol et le sous-sol au cours de l'année par rapport aux périodes d'applications des produits phytosanitaires.

## ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

<b>Source :</b>	10 156 postes répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain, 3 500 avec des données allant de 1850 à aujourd'hui (selon les postes). Pour des données actualisées : environ 4 100 postes en activité.
<b>Mode de production :</b>	Relevés automatiques et saisie des bordereaux des relevés quotidiens des observateurs bénévoles.

## QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

<b>Echelle de travail :</b>	---
<b>Précision / Qualité :</b>	Dixième de minute pour les coordonnées des points de mesure.
<b>Territoire disponible :</b>	France entière.
<b>Système de projection :</b>	Localisation des points en degrés et minutes.

## VALIDITE DES DONNES

<b>Date de validité :</b>	Variables selon l'implantation des stations.
<b>Délai de mise à jour :</b>	Mises à jour régulière (jusqu'à 45 jours de délais entre les observations manuelles et leur intégration dans la base).

## ACCES ET DIFFUSION

<b>Producteur :</b>	Divers. Administration de la base par Météo-France.
<b>Modalités de diffusion :</b>	Par convention avec Méto-France : Inscription via l'Espace Pro : <a href="http://meteopro.cvf.fr/fre/index.jgi">http://meteopro.cvf.fr/fre/index.jgi</a> Voir aussi pour les utilisateurs agréés par le Comité de Pilotage de la banque Pluvio à <a href="mailto:gestionnaire@meto.fr">gestionnaire@meto.fr</a> et contacts sur <a href="http://rnde.tm.fr/francais/ba/baba0008.htm">http://rnde.tm.fr/francais/ba/baba0008.htm</a> .
<b>Modalités d'utilisation :</b>	Via le logiciel Colchique (gérant l'accès par mot de passe et la tarification).

## Base de données géographiques des sols de France

### Programme SISE – Système d’Information des Sols d’Europe

Le programme SISE est un programme de l’Union Européenne pour lequel l’INRA – Service d’Etudes des Sols et de la Carte Pédologique de France (SESCPF) participe en tant que collaborateur pour le territoire français ainsi qu’ en tant qu’animateur scientifique pour l’ensemble de l’Europe en partenariat avec le Bureau Européen des Sols de la Commission (CCR Ispra).

#### DESCRIPTION

**Format d’objet :** Vecteur.  
**Objets :** Unité Cartographique de Sol (UCS).  
**Attributs :** Type de sol dominant, Texture de surface, Matériaux parental, ...

#### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Couverture nationale des données. L’échelle de travail est toutefois très grossière pour un travail régional. C’est la « base par défaut » en l’absence de toute donnée régionale numérisée.

#### ORIGINE DE L’INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Source et mode de production :** L’information est issue d’une expertise correspondant à une synthèse et une généralisation de travaux cartographiques détaillés (en particulier : carte 1 : 100.000 issue du programme de Carte Pédologique de France (CPF)). De nombreuses données sont donc issues d’estimation et donc sujette à critique.

#### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

**Echelle de travail :** 1 : 1.000.000.  
**Précision / Qualité :** Cf. ci-dessus.  
**Territoire disponible :** France entière.  
**Système de projection :** ---

#### VALIDITE DES DONNES

**Date de validité :** Version 3.2.8.0 du 10/09/98.  
**Délai de mise à jour :** ---

#### ACCES ET DIFFUSION

**Producteur :** INRA-SESCPF.  
**Modalités de diffusion :** Accès aux données auprès du SESCOF après présentation d’un projet et avis d’un comité scientifique.  
**Format des fichiers :** ---

## Base de données cantonales des analyses de sols

Base de données des statistiques au niveau cantonal des analyses de sol.

Cette base a été construite à la demande du Ministère de l'Agriculture sous l'égide de l'Association Française pour l'Etude des Sols (AFES), dans le cadre d'un partenariat entre l'ISA de Lille et le laboratoire de Science du sol de l'ENSA-INRA de Rennes.

*NOTA : pour la région Bretagne, deux base au niveau communal ont été construite à la demande de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, l'une portant sur les analyses de 1980 à 1984, l'autre sur les analyses effectuées de 1990 à 1994.*

### DESCRIPTION

**Format d'objet :** ---

**Objets :** ---

**Attributs :** composition granulométrique (argiles, limons, sables), carbone organique, indice de battance, classe de texture (triangle GEPPA), CEC, pH, calcaire total, K<sub>2</sub>O, MgO, Phosphore Dyer et Phosphore Joret-Hebert.

Toutes ces données étant exprimées en : effectif, moyenne, écart-type, 1<sup>er</sup> décile, quantile inférieur, médiane, quantile supérieur et 9<sup>ème</sup> décile ; pour un canton donné.

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Il s'agit d'une base « géographiquement » peu précise, mais qui peut permettre de détecter des variations régionales et d'éventuelles tendances sur certains paramètres de sol (texture et Matière Organique notamment). Elle peut également constituer un support de discussions et de travail pour les experts si l'on ne dispose d'aucune autre donnée.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Source :** Résultats d'analyse de 297 000 échantillons d'horizons de surfaces de sols cultivés, prélevés en France entre 1990 et 1994 (fournis de manière volontaire par les laboratoires agréés par le ministère de l'Agriculture).

**Mode de production :** Analyses statistiques réalisées au niveau cantonal afin de produire des données fréquentielles.

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

**Echelle de travail :** ---

**Précision / Qualité :** Le recueil des informations étant fait sur la base de la fourniture volontaire des analyses par les labos, certaines régions sont moins renseignées que d'autres. D'autres part d'un canton à l'autre les effectifs d'analyses peuvent être très variables.

**Territoire disponible :** France entière.

**Système de projection :** ---

### VALIDITE DES DONNES

**Délai de mise à jour :** (prévue en 2003).

### ACCES ET DIFFUSION

**Producteur :** INRA.

**Modalités de diffusion :** Téléchargement via site INRA (<http://viviane.roazhon.inra.fr/snas>).

**Modalités d'utilisation :** Données publiques sous réserve des droits de citation des auteurs des travaux et des organismes initiateurs des travaux (Schvartz C., Walter C., Claudot B., Aourousseau P., Bouedo T.) et du serveur de données.

**Format des fichiers :** Microsoft Excel.



## Inventaire Gestion et Conservation des Sols (IGCS)

Le programme IGCs est sous la co-responsabilité de la Direction Général de la Forêt et des Affaires Rurales (DGFAR, Ministère de l'Agriculture), de l'INRA et des Régions qui y participent.

L'objectif est de disposer d'une couverture harmonisée à l'échelle du 1 : 250.000 couplée avec une connaissance précise de petits secteurs de références à l'échelle du 1 : 10.000. ces secteurs sont choisis comme représentatifs des principaux types de sols dans une région. Ils servent de sites expérimentaux pour des questions agricoles ou des problèmes environnementaux.

### DESCRIPTION

<b>Format d'objet :</b>	Vecteur.
<b>Objets :</b>	Unité Cartographique de Sol (UCS).
<b>Attributs :</b>	En principe doivent suivre les spécifications de la structure de données DONESOL établie par l'INRA : Code et libellé d'UCS, nombre code libellé et pourcentage des UTS (Unité Typologique de Sol) / UCS, contraintes / UTS*, régime hydrique / UTS*, régime submersion / UTS*, excès d'eau / UTS*, discontinuité (type, profondeur d'apparition, conséquence), texture (pierrosité, argile, limons fins et totaux, sable, taux M.O. : note de 1 à 10) / UTS*, pH / UTS* <i>* pas forcément renseigné pour toutes les UTS d'une même UCS</i>

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Le niveau de précision et les données attributaires de ces bases sont celles qui répondent le mieux au niveau de précision et aux éléments pédologiques à prendre en compte dans la démarche proposée pour le diagnostic régional.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

<b>Source :</b>	INRA+ partenaires techniques et financiers régionaux.
<b>Mode de production :</b>	Numérisation de cartes levées au 1 : 250.000.

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

<b>Echelle de travail :</b>	1 : 250.000 (secteur de référence au 1 : 10.000).
<b>Précision / Qualité :</b>	---
<b>Territoire disponible :</b>	Seulement une quinzaine de département numérisés (données 1999).
<b>Système de projection :</b>	Lambert II étendu.

### VALIDITE DES DONNES

<b>Délai de mise à jour :</b>	---
-------------------------------	-----

### ACCES ET DIFFUSION

<b>Producteur :</b>	INRA.
<b>Modalités de diffusion :</b>	L'accès aux données est dépendant d'un accord entre les différents partenaires. Les demandes peuvent être faites auprès du Service d'Etude des Sols et de la Cartographie pédologique de France (SESCPF) à l'INRA - Unité de recherche Science du Sols d'Orléans (45160 ARDON).
<b>Modalités d'utilisation :</b>	Selon convention avec les producteurs de données.
<b>Format des fichiers :</b>	Arc/Info (.e00).

## RECENSEMENT AGRICOLE 2000

C'est actuellement la source de données la plus complète sur l'utilisation des sols. Son utilisation doit toutefois s'effectuer avec prudence dans le cadre de traitements géographiques car les données collectées sont affectées à la seule commune du siège d'exploitation.

Une autre limite forte dans l'utilisation du RA au niveau communal tient à ce que celui-ci est soumis au secret statistique sur cet échelon. Ceci implique que ne peuvent être diffusées des informations que s'il existe trois exploitations au moins pour une culture donnée sur une commune donnée. L'évolution défavorable de la démographie agricole entraîne, dans les régions de grandes cultures en particulier, un nombre significatif et croissant de communes sur lesquelles s'applique la règle du secret statistique. Auquel cas les données ne peuvent être obtenues que par agrégation d'un nombre suffisant de communes permettant d'atteindre le seuil de trois exploitations par culture. On peut demander auprès du Comité du Secret du SCEES à faire lever ce secret. Celui-ci devra toutefois être reconstitué dans les documents diffusés.

Dans une approche régionale, il peut aussi être envisagé d'utiliser les données agrégées au niveau cantonal. Dans ce cas il est estimé que les seuils sont toujours atteints, et il n'y a donc pas de secret statistique sur ces données. L'erreur commise dans le géoréférencement des cultures sur les communes du siège d'exploitation s'en trouve également diminuée.

Enfin, le RA est une source de données « instantanée », qui deviendra très vite obsolète.

### DESCRIPTION

**Format d'objet :** Statistiques agricoles.  
**Objets :** Communes ou cantons.  
**Attributs :**

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Malgré sa validité assez limitée dans le temps, le RA reste une source d'informations très intéressante pour un certain nombre de données pouvant être intégrées au Diagnostic Régional pour la constitution de la couche d'information sur l'utilisation des produits phytosanitaires, en particulier :

- le nombre de sièges d'exploitation par commune,
- les équipements de traitements (type de matériel et tranche d'âge),
- les surfaces en cultures pérennes,
- les surfaces drainées.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Source :** Enquête auprès de tous les « exploitants agricoles » au sens MSA.  
**Mode de production :** Saisie des questionnaires d'enquêtes.

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

**Echelle de travail :** Affectation de toutes les données à la commune du siège d'exploitation.  
**Précision / Qualité :** Commune. Le géoréférencement des surfaces cultivées est donc très grossier, d'autant qu'il n'est pas rare de trouver des exploitations à cheval sur plusieurs communes (exemple : en Lorraine il existe un nombre significatif d'exploitations dispersées sur plus de 15 communes). De manière globale, ceci peut conduire à une erreur de plus ou moins 30 % de la SAU au niveau d'une commune.  
**Territoire disponible :** France entière.  
**Système de projection :** ---

### VALIDITE DES DONNES

**Date de validité :** 2000.  
**Délai de mise à jour :** 10 ans.

### ACCES ET DIFFUSION

**Producteur :** Ministère de l'Agriculture - Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques (SCEES).  
**Modalités de diffusion :** Ces données sont disponibles auprès des Services Régionaux de la Statistique Agricole des DRAF, qui sont à même de réaliser les traitements permettant d'assurer la conservation du secret statistique.  
**Modalités d'utilisation :** CD-ROM (l'Inventaire, l'Essentiel, la Fiche Comparative, La Fiche Viticulture, ...)  
 Voir auprès des DRAF-SRSA s'il y a nécessité de réaliser des traitements spécifiques par rapport au respect du secret statistique.  
**Format des fichiers :** Tableau Excel.

## PACAGE

Il s'agit des données issues des déclarations de surfaces réalisées chaque année par les exploitants souhaitant bénéficier des primes PAC (soit la très grande majorité des exploitations agricoles), elles sont donc actualisées annuellement. D'autre part les données sont recueillies par îlots de parcelles affectées à la commune d'implantation des parcelles (sauf pour certaines cultures). Le géoréférencement des données est donc très facile au niveau du découpage communal.

L'un des grands avantages de ces données tient à leur actualisation annuelle, qui permet de s'affranchir de l'aspect « photo instantanée » du RA, et de prendre en compte la dimension « rotation des cultures », avec des surfaces moyennes par cultures prises sur le pas de temps de la rotation dominante (par exemple 3 ans en Lorraine ou en Bourgogne).

Le principal inconvénient de ces données est leur non-exhaustivité et le fait qu'elles concernent essentiellement les cultures aidées. Les vignes et vergers n'y figurent que de manière agglomérée, et les cultures maraîchères n'y figurent pas.

Cette base devrait connaître d'importantes évolutions dans les années à venir à travers la mise en place de la « Déclaration Graphique ». A terme, cette base de données va donc devenir une base de données géographiques.

### DESCRIPTION

**Format d'objet :** Données statistiques.  
**Objets :** Ilots de parcelle.  
**Attributs :** Culture et surface.

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

C'est sans doute la base de référence pour l'occupation des sols agricoles, et ceci bien qu'elle n'inclue pas la plupart des cultures spéciales (maraîchages, vignes, productions fruitières, ...). Elle est à la base de la plupart des démarches déjà réalisées pour la constitution de la couche sur l'utilisation des produits phytosanitaires.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Source :** Déclarations PAC.  
**Mode de production :** Saisie des informations des déclarations de surfaces PAC.

### QUALITE DES DONNEES GRAPHIQUES

**Echelle de travail :** Les données sont agrégées sur la commune où est implanté la parcelle ou l'îlot de parcelle.  
**Précision / Qualité :** Commune.  
**Territoire disponible :** France entière.  
**Système de projection :** ---

### VALIDITE DES DONNES

**Date de validité :** 1 an.  
**Délai de mise à jour :** Annuelle.

### ACCES ET DIFFUSION

**Producteur :** DDAF.  
**Modalités de diffusion :** Ces données sont disponibles auprès des Services Statistiques des DDAF, ou auprès du Service Régional de la Statistique Agricole (SRSA) des DRAF.  
**Modalités d'utilisation :** Ces données ne sont pas soumises au secret statistique, les Services des Statistiques Agricoles sont toutefois tenus de s'assurer de leur utilisation correcte et conforme à une déontologie professionnelle.  
**Format des fichiers :** Tableau au format Excel, texte, ...

## Statistiques Agricoles Annuelles

Les Statistiques Agricoles Annuelles présentent l'avantage d'être la « meilleure estimation possible », **au niveau départemental**, de l'occupation actuelle du territoire agricole. Elles synthétisent l'ensemble des renseignements et enquêtes statistiques disponibles au niveau départemental (dernier RA, déclarations PAC, Enquêtes Structures, Utilisation du Territoire, Rendement, et Terres Labourables) et des résultats des réseaux de correspondants départementaux.

Leur principale limite tient évidemment à la dimension départementale de ces statistiques, peu compatible avec l'échelle régionale de l'approche.

### DESCRIPTION

**Format d'objet :** Statistiques départementales.  
**Objets :** ---  
**Attributs :**

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Ces données sont peu utilisables au niveau du Diagnostic Régional du fait de leur faible résolution en terme de localisation des informations. Elles peuvent toutefois constituer un premier cadrage général et apporter quelques compléments pour des productions mineures.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

**Source :** Services de la Statistique Agricole (DDAF et DRAF).  
**Mode de production :** Saisie des enquêtes annuelles et redressement des données RA.

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

**Echelle de travail :** Département.  
**Précision / Qualité :** On ne peut pas descendre en dessous du département.  
**Territoire disponible :** France entière.  
**Système de projection :** Sans objet.

### VALIDITE DES DONNES

**Date de validité :** 1 an.  
**Délai de mise à jour :** Annuelle.

### ACCES ET DIFFUSION

**Producteur :** DDAF et DRAF.  
**Modalités de diffusion :** Libre, via AGRESTE.  
**Modalités d'utilisation :** Libre sous condition de citation des sources.

<b>Casier viticole informatisé</b>	
Il s'agit d'une base de données mise en place par la Direction Générale des Impôts (DGI) et gérée par les DDCCRF, contenant les surfaces implantées en vignes par commune.	
<b>DESCRIPTION</b>	
<b>Format d'objet :</b>	Données statistiques.
<b>Objets :</b>	Commune.
<b>Attributs :</b>	Surface viticole communale.
<b>INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL</b>	
Ce sont les données les plus précises (pas de limite de taille des parcelles) concernant l'activité viticole communale.	
<b>ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE</b>	
<b>Source :</b>	DGI.
<b>Mode de production :</b>	Déclaration de production.
<b>QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES</b>	
<b>Echelle de travail :</b>	---
<b>Précision / Qualité :</b>	Le suivi et la mise à jour de cette base de données apparaissent très variables selon les régions. Son principal avantage est qu'elle n'a pas de limite de taille des parcelles, c'est à dire que toute surface implantée en vignes devrait y être déclarée (alors qu'il y a une limite de 20 ares dans le RA).
<b>Territoire disponible :</b>	France entière.
<b>Système de projection :</b>	Cadaastre.
<b>VALIDITE DES DONNES</b>	
<b>Date de validité :</b>	---
<b>Délai de mise à jour :</b>	---
<b>ACCES ET DIFFUSION</b>	
<b>Producteur :</b>	DGI et DGCCRF.
<b>Modalités de diffusion :</b>	Cette base est également disponible auprès du Service Central des Enquêtes et Etudes Statistiques (SCEES), mais son accès est alors soumis au secret statistique selon les conditions déjà présentées pour le RA.
<b>Modalités d'utilisation :</b>	
<b>Format des fichiers :</b>	---

## Enquêtes Pratiques Culturelles

Ces enquêtes sont réalisées par échantillonnage, à partir de parcelles sélectionnées via Ter-UTI sur une base départementale. Elles visent à recueillir l'ensemble des interventions techniques réalisées sur certaines cultures. On y trouve également des informations sur les matériels de pulvérisations et la gestion des reliquats et emballages des produits phytosanitaires utilisés.

### DESCRIPTION

<b>Format d'objet :</b>	Données statistiques au niveau régional ou départemental.
<b>Objets :</b>	---
<b>Attributs :</b>	Ensemble des informations de fertilisation et de traitements phytosanitaires réalisées sur les cultures enquêtées (plus des questions concernant l'entretien des pulvérisateurs et la gestion des reliquats de produits, de bouillies, et d'emballages).

### INTERETS POUR LE DIAGNOSTIC REGIONAL

Ces enquêtes sont particulièrement intéressantes pour la constitution de la couche d'information sur l'utilisation des produits phytosanitaires. Elles permettent de disposer rapidement d'une base de « pratiques types » avec le nombre de traitement et les produits employés pour un certain nombre de cultures, et de mettre en évidence d'éventuelles différences de pratiques entre départements.

### ORIGINE DE L'INFORMATION GEOGRAPHIQUE

<b>Source :</b>	Exploitants enquêtés.
<b>Mode de production :</b>	Enquête sur échantillon de parcelles sélectionnées via Ter-UTI.

### QUALITE DES DONNES GRAPHIQUES

<b>Echelle de travail :</b>	Département (plus découpage selon les zones sensible nitrates en 2001).
<b>Précision / Qualité :</b>	Les principales limites des données recueillies tiennent à leur base géographique large (il n'est pas envisageable de descendre sous le niveau départemental), lié à leur aspect statistique. D'autre part ces enquêtes ne portent que sur un nombre très restreint de cultures (6 au maximum sur une région).
<b>Territoire disponible :</b>	France entière, mais les cultures suivies varient selon les départements.
<b>Système de projection :</b>	Données statistiques

### VALIDITE DES DONNES

<b>Date de validité :</b>	Dernière enquêtes Pratiques Culturelles : 2001.
<b>Délai de mise à jour :</b>	Périodicité : tous les 4 - 5 ans.

### ACCES ET DIFFUSION

<b>Producteur :</b>	SCEES
<b>Modalités de diffusion :</b>	Ces données sont accessibles auprès du SCEES et des services statistiques des DDAF et des DRAF.
<b>Modalités d'utilisation :</b>	Conditions à voir avec les SRSA.
<b>Format des fichiers :</b>	---

## ***ANNEXE 4 : Sources de données et ressources diverses***

### ***Sites INTERNET :***

<http://www.rnde.tm.fr/> : site du Réseau National des Données sur l'Eau  
<http://www.adès.rnde.tm.fr/> : Banque Nationale d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines  
<http://www.oieau.fr/> : site de l'Office International de l'Eau  
<http://websol.orleans.inra.fr/> : Le système d'Information des Sols de France de l'INRA  
<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/glossary/glu/FRDIC/> : Dictionnaire Français d'Hydrogéologie

### ***Connaissance des sols***

Les sols de certains territoires (régions, départements) ont fait l'objet d'un inventaire ou "référentiel" dans lequel sont consignées des informations très utiles pour le diagnostic régional comme pour celui des bassins versants (voir annexe 5). Les profils types des divers sols rencontrés sont très pertinents pour préciser les modes de circulation de l'eau. Les indications sur les cultures occupant certains sols aident à estimer le potentiel de contamination.

### ***Rapport et documents :***

Situation Hydrologique – Bilan annuel et mensuel (MEDD)

Les Documentations des Agences de l'Eau recèlent souvent une grande richesse en terme d'études sur la connaissance des milieux qui ont parfois été ...oubliées, mais qui sont susceptibles d'apporter de précieux renseignements, en particulier sur les aspects eaux souterraines.

Les experts « référents » régionaux :

- le coordonnateur hydrogéologique régional agréé auprès des MISEs.
- ...

### ***Eléments bibliographiques :***

GRAPPE Bourgogne, 2001. Cartographie préliminaire à la mise en place du réseau de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux en région Bourgogne.

ROYER Jean, 2001. Mise au point d'une méthode de cartographie de la variabilité intra-régionale du risque potentiel de pollution des eaux par les produits phytosanitaires – Adaptation au contexte lorrain. Mémoire d'ingénieur ENESAD réalisé à la DRAF-SRPV Lorraine.

FERMOND Lisiane, 2000. Zonage du risque de pollution des eaux superficielles et souterraines par les pesticides à l'échelle régionale : première phase d'élaboration d'un Système d'Information Géographique (SIG). Mémoire d'ingénieur ENESAD réalisé à la DGAL-SDQPV.

ADAMI Pierre, 2000. Délais de transfert des produits phytosanitaires vers les eaux superficielles et profondes en région Midi-Pyrénées - Contribution à l'élaboration d'un Système d'Information Géographique. Mémoire d'ingénieur ENESAD réalisé à la DRAF-SRPV Midi-pyrénées.

GRAVIER Marie-Hélène, 1999. Approche de la variabilité du risque potentiel de contamination des eaux par les substances phytosanitaires en Franche-Comté. Mémoire d'ingénieur ENESAD réalisé à la DRAF-SRPV de Franche-Comté.

CORPEP, 1999. Les eaux souterraines et les risques de pollution par les produits phytosanitaires – Atlas des aquifères de la Région Provence Alpes Côte d'Azur.

BRGM, 1998. Réseau de suivi des produits potentiellement polluants dans l'eau souterraine de la région Champagne-Ardenne – Cas des produits phytosanitaires.

## ANNEXE 5 : Références de travaux disponibles sur les typologies de sols

La liste indiquée ci-dessous est tirée de « **Les typologies des sols régionales : une forme récente de transfert de la connaissance des sols – BOUZIGUES R.<sup>a</sup>, FAVROT J.-C.<sup>a</sup>, BORNAND M.<sup>a</sup>, HARDY R.<sup>b</sup>** », résumé d'un poster présenté au 16<sup>ème</sup> congrès mondial de sciences du sol, Montpellier, 20-26 août 1998, lors de la session du 21 août intitulée « comment mieux faire connaître le sol, la science du sol et ses applications ».

### Typologies de sols relatives à une région-programme.

- 1 - Relance agronomique en Aquitaine. La pédologie en Aquitaine. Cartographie et inventaire. 1987. J. Wilbert CRAA - INRA - 81 p + esquisse péd. 1/500.000.
- 2 - Les sols de Franche-Comté. 1985. S. Bruckert et M. Gaiffe. Centre Universit. d'études Rég. Univ. de Franche-Comté. Besançon. 142 p.
- 3 - Atlas agronomique du Limousin. 1993. A. Logeais. Ch. d'Agric. du Limousin. 99 p.
- 4 - Atlas des sols de Lorraine. 1988. F. Jacquin et L. Florentin. Presses Univ., 113 p.
- 5 - Connaître les sols lorrains et leur potentiel de production. 1993. L. Florentin, F. Limaux. Chambre d'Agric. de Lorraine. 42 p.
- 6 - Méthode tarière : Massif Armoricaïn. Caractérisation des sols. 1992. J.M. Rivière, S. Tico, C. Dupont. Chambre d'Agric. Bretagne et INRA Rennes. 21 p.
- 7 - Les grands ensembles morpho-pédologiques de la région Midi-Pyrénées. 1995. A. Delaunois, C. Longueval. Ch. Rég. d'Agric. 537 p + esquisse 1/500.000.
- 8 - Guide agronomique des sols de Basse Normandie. 1987. Y. Amiet, M. Boutruche, J.L. Julien, F. Brunel. Chambre d'Agric. de Normandie. 108 p.
- 9 - Les sols de Haute Normandie. Carte au 1/250.000. 1988. J.L. Cintrat, M. Hurard, C. Lechevalier, J.F. Ouvry, O. Scheurer, R. Navarro, C. Roturier, C. Wolf. Chambres d'Agric. de Haute Normandie. 49 p.
- 10 - Référentiel agronomique. Les sols des Pays de la Loire. 1989. A. Lenfant. Chambre d'Agric. des Pays de la Loire. Groupe ESA Angers. 327 p.
- 11 - Atlas des sols de Provence-Alpes-Côte d'Azur. 1994. G. Duclos. SCP. 955 p.

### Typologies de sols relatives à un département.

- 12 - Etat des lieux agro-climatique de l'Ain. 1987. J.M. Vinatier. Ch. d'Agric. 229p.
- 13 - Petites régions naturelles, pédopaysages et sols de Cote d'Or. 1997. J. Chrétien. INRA Dijon (à paraître).
- 14 - Référentiel régional agronomique. Typologies de sols et climats. Département du Doubs. 1996. C. Barneoud, M. François. Chambre d'Agric. et Région Franche-Comté. 60 p + esquisse de la carte des catégories de sols agricoles du Doubs 1/250.000.
- 15 - Itinéraire pédagogique des sols du nord de l'Ille et Vilaine. 1997. C. Walter, J.M. Rivière et C. Cheverry. ENSA Rennes. 70p.
- 16 - Référentiel régional agronomique. Typologies de sols et climats. Départ. du Jura. 1994. C. Barneoud, M. François. Chambre d'Agric. et Région Franche-Comté. 60 p.
- 17 - Les sols du département de la Marne et leurs potentialités agronomiques. 1975. J. Catillon et al. Chambre d'Agric. de la Marne. 32 p + carte des sols 1/500.000.
- 18 - ABC des sols du département du Nord. 1988. Ch. Schwartz, P. Six, D. Février, G. Grenier. Chambre d'Agric. du Nord-Pas-de-Calais. ISAL. 32 p.
- 19 - Guide agronomique des sols du département de l'Oise. 1997. O. Scheurer, O. Ansel, V. Epinat, C. Dersigny. Institut Sup. Agri. de Beauvais. Ch. d'Agric. de l'Oise.
- 20 - ABC des sols du département de Pas-de-Calais. 1991. Ch. Schwartz, D. Février, G. Grenier, P. Six. Chambre d'Agric. du Nord-Pas-de-Calais. ISAL. 32 p.
- 21 - Typologie des sols et climats de Haute-Saône. 1992. C. Barneoud, M. François. Ch. d'Agric. et Conseil Rég. de Franche-Comté. 55 p + esquisse 1/250.000.
- 22 - Sols, climats et productions végétales de la Sarthe. 1983. G. Specklin, D. Evrard, Courant. Chambre d'Agric. de la Sarthe 70 p + carte des sols 1/380.000.
- 23 - Guide pour le choix des essences de reboisement dans le Tarn. 1995. A. Delaunois. CRPF Midi Pyr. Chambre d'Agric. du Tarn. 43 p.
- 24 - Petites régions naturelles et "paysages pédologiques" de l'Yonne. 1993. D. Baize. INRA et Conseil Général Yonne. 191 p + carte des paysages pédologiques 1/200.000.
- 25 - Référentiel régional agronomique. Typologie des sols et climats. Territoire de Belfort. 1997. C. Barneoud, M. François. Ch. d'Agric. et Région Franche-Comté. 60 p.

### Typologies de sols relatives à une région agricole.

- 26 - Les essences forestières dans le département de l'Aisne. Que choisir. Aisne médiane (Laonnois, Soissonnais). 1989. P. Arnould, J.P. Daquin, P. Delaveaud, M. Deroy, T. Formery, F. Pienczak, J.F. Sinet, J. Maucorps, J.L. Solau. Conseil Général de l'Aisne. Conseil Rég. De Picardie. Minist. de l'Agric. et de la Forêt. 41 p.

<sup>a</sup> INRA Science du sol, Montpellier

<sup>b</sup> INRA, SESCOF, Ardon



- 27 - Connaissance du milieu physique : typologie des sols du secteur de références irrigation de l'ouest Audois. 1996. E. Duclay, J.C. Jacquinet, J.M. Laporterie. SICA Irrig. Ouest Audois. Chambre d'Agric. de l'Aude. 66 p.
- 28 - Les terres de Beauce. Typologie des sols. 1995. B. Ailliot, B. Verbeque, C. Goussault. Chambres d'Agric. d'Eure et Loir, du Loiret et du Loir et Cher. 52 p.
- 29 - Typologie des sols de l'Yonne. Les plateaux de Bourgogne. 1989. D. Baize. SESCOF. INRA. 148 p.
- 30 - Les terres de Champagne berrichonne. Typologie des sols agricoles et forestiers. 1992. J. Moulin, J. Dupont, J. Servant. Chambres d'Agric. de l'Indre et du Cher. 64 p.
- 31 - Secteur de Référence du Bassin du Clain en amont de Poitiers. Fiches de sols. 1993. Ch. Chesseron. Chambre d'Agric. de la Vienne. 181 p. + cartes 1/10.000.
- 32 - Typologie des sols des pays du Confluent (Lot et Garonne). 1997 (à paraître). Ph. Chery, A. Baize, J. Prim, D. Arrouays. Chambre d'Agric. du Lot et Garonne.
- 33 - Les terres de Gâtines, Boischaut - Nord, Pays - Fort. Touraine - Berry. Typologie des sols. 1994. D. Froger, J. Moulin, J. Servant. Chambres d'Agric. du Cher, de l'Indre, de l'Indre-et-Loire et du Loir-et-Cher. 129 p.

### **Typologies de sols relatives à une petite région naturelle.**

- 34 - Guide des sols d'Alsace. Petite Région Plaine Centre-Alsace. 1994. R. Koller, J.P. Party. Chambre d'Agric. d'Alsace. ARAA. 145 p + zonage agro. 1/100.000.
- 35 - Guide des sols d'Alsace. Petite Région Plaine d'Erstein à Obernai. 1997. A. Lebreton-Thaler. Ch. d'Agric. d'Alsace. ARAA. 150 p + zonage agro. 1/100.000.
- 36 - Guide des sols d'Alsace. Petite Région Plaine Sud-Alsace. 1997. J.P. Party. Chambre d'Agric. d'Alsace. ARAA. 140 p + zonage agronomique 1/100.000.
- 37 - La vallée de la Briande (Vienne). Les sentiers de l'Agronomie. Connaissance du milieu pédoclimatique. 1992. C. Cam. Chambres d'Agric. de la Vienne 14 p.
- 38 - Les sols sous prairies et landes en Montagne Noire audoise. 1987. S. Perret. Chambres d'Agric. de l'Aude et du Languedoc-Roussillon. 34 p.

### **Typologies de sols relatives à un grand ensemble de sols.**

- 39 - Typologie agronomique. Les "terres à cailloux" des plateaux calcaires du Barrois et de Bourgogne. 1988. P. Plet, F. Contat, D. Baize. Ch. d'Agric. de Bourgogne, 60 p.
- 40 - Produire des grands vins en Languedoc. Tome 2. Les sols de schistes. 1994. N. Goma-Fortin, J.P. Argilier. Chambre d'Agric. de l'Hérault. 62 p.
- 41 - Attention... Un marais peut en cacher un autre. 1987. L. Damour, Y. Pons, INRA. St Laurent de la Prée. 12p.
- 42 - Connaissance du milieu pédo-climatique. Les terres rouges à châtaigniers du Poitou-Charentes. 1990. P. Boucheny, C. Cam, J.L. Fort. Ch. d'Agric. 4 p.
- 43 - Connaissance du milieu pédo-climatique. Les groies de Poitou Charentes. 1990. Chambre d'Agric. Poitou-Charentes. 4 p.
- 44 - Les sols sur argiles vertes en Sarthe. Les connaître pour mieux les exploiter. 1985. Chambre d'Agric. de la Sarthe. 11 p.
- 45 - Les limons rouges. Où les trouver en Sarthe ? 1991. Ch. d'Agric. de la Sarthe. 15 p.
- 46 - Les sables en Sarthe. 1990. D. Evrard. Ch. d'Agric. de la Sarthe et FDGEDA. 20 p.

### **Caractérisation de l'état de fertilité de sols régionaux, à partir de résultats d'analyses de terre - SCPA - Centre de recherches agronomiques d'Aspach-le-Bas.**

- 47 - Etat de fertilité des sols d'Alsace. Synthèse de 7350 analyses de terre. 1991. ARAA, INRA, SCPA. 14 p.
- 48 - Evolution de la fertilité des sols de l'Aisne. Synthèse de 15 000 analyses de sols 1989. Station Agron. de l'Aisne, SCPA, 16 p.
- 49 - Les sols du Cantal. Exploitation des données d'une banque d'analyses de terre 1983-1990. 1992. Chambre d'Agric. du Cantal, SCPA. 15 p.
- 50 - La Dordogne. Vue à travers 6700 analyses de terre. 1992. Chambre d'Agric. de Dordogne, ITB, SCPA. 36p.
- 51 - Etat de fertilité des sols de Meurthe et Moselle. Synthèse de 8400 analyses de terre. 1993. Chambre d'Agric. de Meurthe et Moselle. Coop. Agric. de Lorraine. SCPA, 35 p.
- 52 - Les sols de Moselle. Exploitation d'une banque de données départementales (1980-1991). 1993. Chambre d'Agric. de Moselle, ANSAI, SCPA. 59 p.
- 53 - Beaujolais viticole et Maconnais, 1993, SCPA. 4 p.
- 54 - Fertilisation potassique des sols sur schistes briovériens 1990. Chambres d'Agric. de Basse Normandie. SCPA. 6p.

### **Divers :**

- 55 - Les sols de la plaine maritime picarde. 1939. G. Joret, H. Malterre. Ann. Agron.
- 56 - Carte pédologique de France au 100.000. Feuille de Vichy. 1969, J.C. Favrot. Notice explicative. SESCOF INRA Versailles. 158 p.
- 57 - Etudes et recommandations préalables au drainage : la méthode des Secteurs de Référence. Enseignements et prolongements de l'Opération Drainage ONIC-Ministère de l'Agriculture (1980-1985). 1987. J.C. Favrot. C.R. Acad. Agric. Fr, 4, 23-32.

## GLOSSAIRE

**AIRE D'ALIMENTATION** : Domaine dans lequel ont lieu tous les apports d'eau qui alimentent une nappe. Cette aire peut aussi s'appeler bassin d'alimentation. **(b.)**

**ALEA** (*au sens de risque lié à l'eau*) : Notion comprenant pour une parcelle ou un groupe de parcelles données tout ce qui caractérise l'élément perturbateur conditionné par l'extérieur susceptible de provoquer des modifications aux sols, à l'écosystème et de porter atteinte aux personnes, aux biens et aux activités. La notion de risque prend en compte l'aléa et la vulnérabilité du site (bien exposés, réactions humaines, ...). Par exemple, l'aléa pour une parcelle inondée caractérise la submersion par sa durée, par la hauteur d'eau, par la vitesse du courant lors d'une crue de récurrence donnée. **(j.)**

**ALEATOIRE** : que rend incertain, dans l'avenir, l'intervention du hasard.

Processus aléatoire : dont la variation en fonction du temps est régie par une loi statistique.

Grandeur aléatoire : qui peut prendre plusieurs valeurs déterminées par une loi de probabilité.

**AQUIFERE** : Couche ou ensemble de couches de **roches perméables** comportant une zone saturée (ensemble du milieu solide et de l'eau contenue) suffisamment conducteur d'eau souterraine pour permettre l'écoulement significatif d'une nappe d'eau souterraine et le captage de quantités d'eau appréciables. On distingue les aquifères à porosité et à perméabilité soit d'interstices soit de fissures pour lesquels les fonctions conductrices et capacitatives sont situées dans le même espace. **(b.)**

**AQUIFERE A NAPPE LIBRE** : Aquifère surmonté de terrains perméables et disposant d'une surface piézométrique libre et d'une zone non saturée. **(i.)**

**AQUIFERE CAPTIF** : Aquifère intercalé entre deux formations quasi imperméables. **(i.)**

**AQUIFERE KARSTIQUE** : Aquifère dont les conditions et le comportement correspondent au modelé karstique : hétérogénéité, discontinuités, prédominance de l'écoulement des eaux par des chenaux et des conduits de grande dimension, séparation spatiale des fonctions conductrice et capacitive. **(b.)**

**BASSIN HYDROGEOLOGIQUE** : Domaine aquifère dans lequel les eaux souterraines s'écoulent vers un même exutoire ou groupe d'exutoires et qui est délimité par une ligne de partage des eaux souterraines. C'est l'homologue souterrain d'un bassin versant pour les eaux de surface. **(b.)**

**BASSIN VERSANT** :

On appelle bassin versant en un point d'une rivière, l'aire limitée par le contour à l'intérieur duquel l'eau précipitée se dirige vers ce point. **(g.)**

Territoire géographique sur lequel toutes les eaux superficielles s'écoulent et convergent vers un même point que l'on nomme exutoire et qui est délimité physiquement par la ligne des crêtes appelée ligne de partage des eaux. **(c.)**

Ensemble des territoires superficiels et souterrains qui drainent leurs eaux vers le même exutoire. **(d.)**

Le terme bassin versant désigne l'aire d'alimentation soit d'un cours d'eau (ou d'un plan d'eau) superficiel, soit d'une nappe d'eau souterraine, quel qu'en soit le régime. **(h.)**

**BETOIRE** : Dans les terrains calcaires, gouffre où se perdent des eaux superficielles.

**CARTE GEOLOGIQUE** : Représentation sur un fond topographique des terrains qui affleurent à la surface du sol ou qui ne sont cachées que par une faible épaisseur de formations superficielles récentes qui, en général, ne sont pas figurées. Les terrains sont affectés de couleurs et désignés par des notations qui indiquent leur âge géologique. **(a.)**

**CARTE LITHOLOGIQUE** : Carte indiquant **la nature** pétrographique des terrains. **(a.)**

**CONTAMINATION** : Introduction dans l'eau de substances indésirables qui ne s'y trouvent pas normalement et qui rendent l'eau impropre aux usages envisagés. **(i.)**

**COUCHE** : Ensemble sédimentaire compris entre deux surfaces approximativement parallèles qui correspondent à des discontinuités ou à de brusques variations pétrographiques permettant de délimiter nettement cet ensemble des terrains voisins. **(a.)**

**DANGER** : Ce qui menace ou compromet la sûreté, l'existence de quelqu'un, de quelque chose.

**EROSION** : Désagrégation des roches ou du sol par les eaux de ruissellement (ou par le vent) avec enlèvement simultané des produits de cette désagrégation. **(d.)**

**FONCTION DE PEDOTRANSFERT** : Fonction permettant d'estimer une propriété du sol rarement disponible dans les bases de données pédologiques à partir de propriétés de sol plus facile d'accès. Les fonctions de pédotransferts sont le plus souvent obtenues par régression statistique sur un ensemble d'échantillons dont toutes les propriétés du sol concernées sont connues. **(f.)**

**FORMATION** : Terrains possédant des caractères communs et constituant un ensemble que l'on juge utile de distinguer. Une formation perméable est un ensemble de terrains qui peut être pénétré et traversé par un fluide mu par un gradient de potentiel, en particulier par l'eau. Une formation imperméable est un ensemble de terrains théoriquement impénétrable et non traversable par un fluide, notamment par l'eau, qui en pratique ne laisse passer aucun flux significatif sous un gradient de potentiel hydraulique de l'ordre de ceux rencontrés dans les écoulements. **(a.)**

**FORMATIONS SUPERFICIELLES** : Formations quaternaires continentales telles que les limons, les alluvions, les colluvions, les moraines, les éboulis, ... **(a.)**

**HYDROMORPHIE** : Caractère qui montre qu'un sol s'est formé ou a évolué dans un milieu inondé périodiquement (pseudogley) ou en permanence (gley). Ces sols sont dits **hydromorphes**. **(e.)**

**INFILTRATION** : Passage de l'eau à travers la surface du sol (pénétration dans le sol) et mouvement descendant de l'eau dans la zone non saturée jusqu'à la zone saturée ou non. **(b.)**

**KARST** : Région de Slovénie et par extension toute région constituée par des roches carbonatées compactes et solubles soumises à la dissolution par les eaux météoriques chargées de gaz carbonique et dans lesquelles apparaissent des formes superficielles et souterraines caractéristiques.

**MASSIF** : Ensemble montagneux généralement constitué par des terrains primaires.

**NAPPE D'EAU SOUTERRAINE** : Ensemble des eaux comprises dans la zone saturée d'un aquifère dont toutes les parties sont en liaison hydraulique. La zone saturée est la zone du sous-sol dans laquelle l'eau occupe complètement les interstices et fissures des roches et forme, dans un aquifère, une nappe d'eau souterraine. **(b.)**

**NAPPE LIBRE** : Nappe à surface libre comprise dans un aquifère qui comporte une zone non saturée, de caractéristiques semblables à celle de la zone saturée, et une zone de fluctuation. La zone non saturée est la zone du sous-sol comprise entre la surface du sol et la surface d'une nappe libre ; elle peut être interrompue et subdivisée par une zone saturée suspendue. **(b.)**  
Volume d'eau souterrain dont la surface est libre, c'est à dire à la pression atmosphérique **(j.)**

**NAPPE CAPTIVE** : Nappe ou partie d'une nappe sans surface libre dont l'eau occupe l'aquifère dans son entier et dont la surface piézométrique est supérieure au toit de la formation imperméable qui surmonte cet aquifère. **(b.)**

**PERMEABILITE** : Aptitude d'un milieu à se laisser traverser par un fluide sous l'effet d'un gradient de potentiel. La caractérisation d'un milieu par sa perméabilité implique son assimilation à **un milieu continu**. La structure des vides qui confèrent au milieu sa capacité conductrice permet de distinguer les milieux poreux et les milieux fissurés. **(b.)**

**POLLUANT** (substance polluante) : Agent altérant certaines propriétés de l'eau qui la rendaient propre à certains usages. **(i.)**

**POROSITE** : Propriété d'un corps, d'un milieu, de comporter des vides interconnectés ou non, exprimée quantitativement par le rapport du volume de ces vides au volume total du milieu. La porosité d'interstices est due à l'existence de pores, d'interstices, interconnectés. La porosité de fissures est due à l'existence de fissures et de diaclases (cassures de roches ou de terrains sans déplacement relatif des parties séparées) ouvertes. **(b.)**

**PROBABILITE** : grandeur par laquelle on mesure le caractère aléatoire (possible et non certain) d'un événement, d'un phénomène par l'évaluation du nombre de chances d'en obtenir la réalisation.

**RESERVE UTILE** (en eau d'un sol) : Représente la capacité de stockage en eau d'un sol de profondeur donné. La Réserve Utile correspond à la tranche d'humidité comprise entre deux limites : la limite supérieure est représentée par l'eau qui est retenue par la tension superficielle (capacité de rétention) et la limite inférieure correspond à l'eau qui n'est plus extractible par les racines (humidité au point de flétrissement). **(f.)**

**RISQUE** : 1) Réalisation potentielle des conséquences indésirables d'un événement, fonction de sa probabilité et de la grandeur de ses conséquences.

2) On l'utilise aussi parfois pour désigner la probabilité d'occurrence d'un événement de grandeur donnée. **(i.)**

**ROCHE** : Matériau de l'écorce terrestre, formé en général d'un assemblage de minéraux et présentant une certaine homogénéité statistique. On distingue **les roches exogènes** formées à la surface de l'écorce terrestre comme les roches sédimentaires et **les roches endogènes** formées au moins en partie à l'intérieur du globe qui comprennent d'une part **les roches magmatiques** distinguées en roches plutoniques ayant cristallisé au sein de la lithosphère et roches volcaniques s'étant solidifiées du moins en partie à la surface de la lithosphère et d'autre part **les roches métamorphiques** formées à partir de roches préexistantes sous l'influence de fortes élévations de température et de pression. Les roches sédimentaires ne représentent que 5% en volume de la croûte terrestre mais couvrent 75% de la surface. Elles résultent du transport, du dépôt et de la diagenèse de sédiments. **(a.)**

**RUISSELLEMENT** : Ecoulement d'eau météorique à la surface du sol sans y pénétrer ou sans s'évaporer avant d'atteindre un cours d'eau. **(d.)**

**SENSIBILITE** : C'est la relation entre la modification de la réponse d'un système et la modification de la sollicitation. **(i.)**  
Caractère pour les milieux aquatiques d'être plus ou moins facilement dégradés sous l'effet d'une arrivée de polluants en leur sein.

**UNITE CARTOGRAPHIQUE DE SOL (UCS)** : Entité géographique associant une ou plusieurs *Unités Typologiques de Sols* de façon à pouvoir en faire une représentation cartographique à une échelle choisie. Une UCS décrit la couverture pédologique d'une portion de territoire, le plus souvent discontinue, et donc délimitée par un ensemble de plages cartographiques. **(f.)**

**UNITE TYPOLOGIQUE DE SOL (UTS)** : Volume de la couverture pédologique présentant en tout lieu de l'espace une succession d'horizons et de propriétés de sol considérées comme similaires au niveau d'investigation envisagé. Lorsqu'une UTS est associé à une UCS de manière bi-univoque (cas fréquent sur des cartes pédologiques à grande échelle), le terme *unité de sol* est souvent employé pour désigner indifféremment ces deux concepts. **(f.)**

## SOURCES :

**a. Dictionnaire de Géologie** - A. FOUCAULT et J.-F. RAOULT 2<sup>ème</sup> édition MASSON

**b. Dictionnaire français d'hydrogéologie** - G. Castany et J. Margat EDITIONS DU BRGM

**c. Hydrogéologie** - Olivier Banton et Lumony M. Bangoy Presses de l'Université du Québec, 1997

**d. Dictionnaire de l'eau** - Association québécoise des techniques de l'eau. Office de la langue française, 1981

**e. Dictionnaire essentiel d'écologie** - Jean Touffet - Editions Ouest France

**f. Cartographies des sols et de leurs propriétés à un niveau sub-régional** - Mémoire d'obtention du diplôme d'habilitation à diriger les recherches de Philippe Lagacherie présenté le 26 juin 20025 - UMR INRA-ENSAM Sol et Environnement de Montpellier.

**g. Hydrologie de surface** – ROCHE M., 1962

**h. Bases pour l'établissement de cahiers des charges des diagnostics de BV et d'exploitations** - Brochure CORPEN - juin 2001

**i. Glossaire International d'Hydrologie** – sur <http://www.unesco.org.water/>

**j. Office International de l'Eau / Glossaire du SDAGE Rhin-Meuse.** – Comité de bassin Rhin-Meuse, octobre 1996.