



DOCUMENT PUBLIC

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

Etude réalisée dans le cadre des opérations de Service public 2001-EAU-727

D.Jauffret, J.F. Desprats, A. Martelat, J.N. Garnier, G. Joannon, S. Grenier,
M.C. Paput, G. Creuzot, F. Viprey

juin 2001
BRGM/RP-50571-FR



Synthèse

En région Bourgogne, les produits phytosanitaires sont un des facteurs prépondérants de la contamination des eaux souterraines et de surface du fait de la large distribution géographique de leur utilisation. Cependant, l'étendue de la contamination des eaux reste difficile à appréhender, à cause, notamment, du grand nombre de matières actives utilisées et des variations de concentration dans le temps et dans l'espace, mais aussi du peu de surveillance exercée à ce jour.

Ces raisons ont conduit les Agences de l'eau, le ministère de la Santé et le ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement à mettre en place des réseaux de mesure de la qualité des eaux souterraines et de surface pour ces produits. La présente étude a pour objectif de mettre en place un réseau de surveillance des pesticides à l'échelle régionale. Elle a conduit à localiser les zones où l'emploi des produits phytosanitaires d'origine agricole (herbicides, fongicides, insecticides, etc.) est susceptible de polluer les eaux, aussi bien souterraines que de surface. Le choix des points de suivi constitutifs de ce réseau doit être représentatif des différents secteurs de la région au regard :

- d'une part des produits utilisés et des processus d'épandage, c'est-à-dire des systèmes cultureux ;
- d'autre part, des conditions de transfert des produits dans le milieu naturel telles que l'aptitude au ruissellement, la facilité à s'infiltrer, etc.

Pour ce qui est des eaux souterraines, la méthodologie utilisée dans cette étude a été mise au point en région Champagne-Ardenne grâce à une collaboration entre le Service Régional de Protection des Végétaux (SRPV) et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de 1997 à 1998. En Bourgogne, l'opération traite également des eaux de surface.

L'approche cartographique ainsi réalisée constitue un outil d'aide à la décision pour définir les sites de mesures d'une pollution par les produits phytosanitaires. Elle repose sur la définition de l'aléa de pollution potentielle des eaux souterraines et de surface, et non sur celle du risque de pollution.

Outre les cartes de départ (systèmes cultureux par commune et pression polluante brute potentielle par commune) et les cartes intermédiaires (vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines et aptitude au ruissellement), deux cartes régionales d'aléa de pollution à l'échelle du 1/250 000 ont été produites, l'une pour les eaux souterraines et la seconde pour les eaux de surface. Ces cartes sont accompagnées de notices et de deux listes de points de suivi pour les eaux souterraines et pour les eaux de surface.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Objectifs	9
3. Méthodologie	10
3.1. Cadre général de la méthodologie.....	11
3.2. Déroulement de l'opération	13
3.3. Contenu de l'étude.....	14
4. Systèmes cultureux et autres occupations du sol (carte 1)	15
4.1. Données utilisées.....	15
4.2. Classification des systèmes cultureux.....	16
4.3. Cas particulier de la vigne et des autres occupations du sol.....	19
4.4. Cartographie	20
5. Indices de pression polluante brute potentielle par les produits phytosanitaires d'origine agricole (carte 2)	21
5.1. Définition des indices de pression polluante brute potentielle.....	21
5.2. Cartographie	27
6. Vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (carte 3)	31
6.1. Généralités	31
6.2. Classes de vulnérabilité intrinsèque des formations géologiques en Bourgogne.....	32
6.3. Cartographie	32

7. Aptitude au ruissellement (carte 4)	33
7.1. Critères d'aptitude au ruissellement.....	33
7.1.1. Pentes.....	34
7.1.2. Occupation du sol.....	34
7.1.3. Lithologie.....	36
7.1.4. Densité de drainage.....	37
7.2. Analyses multicritères et cartographie.....	38
8. Aléa de pollution des eaux souterraines et des eaux de surface par les produits phytosanitaires d'origine agricole (cartes 5 et 6)	39
8.1. Croisement des cartes et cartes d'aléa de pollution.....	39
8.2. Cartographie.....	41
9. Choix des secteurs prioritaires pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux	43
9.1. Zonage de la région Bourgogne.....	43
9.2. Choix des secteurs prioritaires.....	48
9.2.1. Secteurs prioritaires pour les eaux souterraines.....	51
9.2.2. Secteurs prioritaires pour les eaux de surface.....	58
9.2.3. Remarques concernant le fonctionnement du futur réseau régional de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux.....	62
10. Conclusions	69
Bibliographie	69

Liste des figures

Fig. 1 - Schéma de traitement des données	14
Fig. 2 - Carte des zones hydrogéologiques de la région Bourgogne.....	51
Fig. 3 - Carte des bassins versants de la région Bourgogne	52
Fig. 4 - Niveau de priorité des zones hydrogéologiques et localisation des secteurs prioritaires pour le suivi des eaux souterraines.....	59
Fig. 5 - Niveau de priorité des bassins versants et localisation des secteurs prioritaires pour le suivi des eaux de surface.....	65

Liste des tableaux

Tabl. 1 - Systèmes culturaux de Bourgogne.....	20
Tabl. 2 - Correspondance entre systèmes culturaux et niveaux de pression polluante potentielle.....	27
Tabl. 3 - Classes d'aptitude au ruissellement en fonction de la pente	36
Tabl. 4 - Classes d'aptitude au ruissellement en fonction du drainage.....	39
Tabl. 5 - Classes d'aptitude au ruissellement	40
Tabl. 6 - Aléa de pollution des eaux souterraines	42
Tabl. 7 - Aléa de pollution des eaux de surface.....	42
Tabl. 8 - Zones hydrogéologiques de la région Bourgogne.....	46
Tabl. 9 - Bassins versants de la région Bourgogne	49
Tabl. 10 - Niveau de priorité des zones hydrogéologiques.....	53
Tabl. 11 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux souterraines	55
Tabl. 12 - Niveau de priorité des bassins versants.....	60
Tabl. 13 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux de surface.....	61

Liste des annexes

Ann. 1 - Clés de classification des systèmes culturaux de la région Bourgogne	73
Ann. 2 - Régionalisation de l'utilisation des matières actives phytosanitaires d'origine agricole après détermination des « hectares types » par culture significative des communes de la région Bourgogne	79
Ann. 3 - Établissement des listes micro-régionales de substances actives phytosanitaires d'origine agricole prioritaires pour la surveillance de la qualité des eaux en région Bourgogne.....	87
Ann. 4 - Établissement des listes de substances actives phytosanitaires d'origine autre qu'agricole pour la surveillance de la qualité des eaux en région Bourgogne.....	97
Ann. 5 - Proposition de choix de points de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines et de surface en région Bourgogne.....	111

Cartes hors-texte

- Carte 1 - Systèmes culturaux et autres occupations du sol.
- Carte 2 - Indices de pression polluante brute potentielle par les produits phytosanitaires d'origine agricole.
- Carte 3 - Vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines.
- Carte 4 - Aptitude au ruissellement.
- Carte 5 - Aléa de pollution potentielle des eaux souterraines par les produits phytosanitaires d'origine agricole.
- Carte 6 - Aléa de pollution potentielle des eaux de surface par les produits phytosanitaires d'origine agricole.

Mots clés : Produits phytosanitaires, Agriculture, Occupation du sol, Système d'information géographique, Géologie, Hydrogéologie, Pollution, Vulnérabilité, Ruissellement, Pente, Système cultural, Zone non saturée, Analyse, Réseau de surveillance, Aide à la décision, Eau de surface, Eau souterraine, Côte-d'Or, Nièvre, Saône-et-Loire, Yonne, Bourgogne.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Jauffret D., Desprats J.F., Martelat A., Garnier J.N., Joannon G., Grenier S., Paput M.C., Creuzot G., Viprey F. (2001) - Cartographie préliminaire à la mise en place du réseau de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux en région Bourgogne. BRGM/RP-50571-FR, 123 p., 5 fig., 13 tabl., 5 ann., 6 cartes hors texte.

© BRGM, 2001, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

1. Introduction

Dans le cadre des opérations menées par le Groupe Régional d'Action contre la Pollution par les Produits phytosanitaires dans l'Environnement (GRAPPE), cette étude a été commandée par la Direction Régionale de l'Environnement de Bourgogne (DIREN) et la Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles des Cultures (FRDONC) et financée par la DIREN, la FRDONC, le Service Régional de la Protection des Végétaux (SRPV), le Conseil Régional de Bourgogne, les Agences de l'eau Loire-Bretagne, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Elle a été réalisée par la FRDONC avec l'appui du SRPV et par le BRGM-Bourgogne durant l'année 2000. L'étude a été suivie, tout au long de son déroulement, par un comité de pilotage composé, outre des partenaires financiers et des réalisateurs, de la Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales (DRASS), des Directions Départementales des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS), des Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF), des Conseils généraux (Côte-d'Or, Nièvre, Saône-et-Loire et Yonne), de la Chambre Régionale d'Agriculture de Bourgogne (CRAB), du Centre Technique Interprofessionnel de la Vigne et du Vin (ITV), de l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages (ITCF), du Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains (CETIOM) et de l'Institut Technique de la Betterave (ITB).

Elle consiste en la mise au point, à l'aide d'un système d'information géographique (SIG), d'une cartographie des critères régionaux nécessaires à l'appréciation de la pollution potentielle par les produits phytosanitaires d'origine agricole des eaux souterraines et de surface de la région Bourgogne. Elle débouche sur un choix de points de suivi des eaux souterraines et de surface pour constituer le réseau régional de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux de la région Bourgogne.

La méthodologie utilisée a été établie lors de la réalisation d'une opération similaire réalisée en région Champagne-Ardenne en 1998 à l'exception de la partie concernant les eaux de surface qui n'avait pas été traitée dans le cadre de l'opération Champagne-Ardenne.

Les différents volets de cette étude ont été :

- la détermination des systèmes culturaux dominants par commune de la région et carte régionale correspondante ;
- la détermination de la pression potentielle brute de chaque système cultural et cartographie régionale correspondante ;
- la cartographie régionale de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines de la région Bourgogne ;
- la cartographie régionale de l'aptitude au ruissellement ;

- la cartographie régionale de l'aléa de pollution des eaux souterraines et de celui des eaux de surface par les produits phytosanitaires ; les deux cartes correspondantes résultent d'un croisement de la carte de pression potentielle brute avec, d'une part la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines pour faire la carte d'aléa des eaux souterraines et, d'autre part la carte d'aptitude au ruissellement pour faire la carte d'aléa des eaux de surface ;
- la sélection de secteurs prioritaires pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines et de surface ; cette sélection, réalisée à partir des cartes d'aléa de pollution, permet de faire une proposition de choix des points constitutifs du réseau régional de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines d'une part et dans les eaux de surface d'autre part (listes de points données à l'ann. 5).

2. Objectifs

Il convient de souligner que l'objectif essentiel de cette étude n'est pas d'identifier immédiatement les nappes d'eau souterraines et les cours d'eau pollués par les traitements phytosanitaires mais de localiser l'impact potentiel de ces traitements sur les eaux, tant souterraines que de surface pour :

- définir les points de suivi des zones potentiellement les plus exposées ;
- préciser les limites de généralisation des mesures ponctuelles réalisées dans le cadre du réseau de suivi à tout ou partie des aquifères ou des bassins versants concernés ;
- fournir les données nécessaires à l'évaluation locale du risque réel sur les eaux ;
- inciter les utilisateurs de produits à modérer leur utilisation en les informant sur les zones potentiellement les plus vulnérables ;
- contribuer à définir les mesures de prévention.

Dans cette étude, la localisation de l'impact est effectuée en fonction des critères environnementaux disponibles (occupation du sol, systèmes cultureux, perméabilité des formations géologiques, relief).

Outre ses objectifs propres, cette opération peut aussi contribuer à donner des informations utiles pour atteindre d'autres objectifs tels que :

- identifier par point de mesure, les causes de pollution par les produits phytosanitaires autres que celles liées à l'épandage sur les cultures ;
- mieux répartir les points d'analyses et mieux choisir les molécules à analyser dans les eaux potables en fonction des produits employés et de la distribution géographique des captages par rapport aux zones les plus exposées ;
- guider les utilisateurs de produits phytosanitaires pour modérer leur épandage sur les zones potentiellement les plus sensibles ;
- identifier des zones prioritaires pour des actions pilotes de modification des pratiques culturales.

3. Méthodologie

3.1. CADRE GÉNÉRAL DE LA MÉTHODOLOGIE

La méthodologie utilisée est de type SIG c'est-à-dire que les différents niveaux d'information, sous forme de tableaux ou de cartes, ont été superposés et traités à l'aide des logiciels Map Info® et Arc View®.

Les différents systèmes culturaux existant en région Bourgogne ont d'abord été définis et répertoriés puis, à chaque système cultural a été attribué un niveau de pression polluante potentielle brute par les produits phytosanitaires. À partir de l'étude des données communales des statistiques agricoles, chaque commune s'est vue attribuer un système cultural dominant et, par voie de conséquence, un indice de pression polluante brute potentielle. Les deux cartes régionales correspondantes ont alors été tracées.

Parallèlement, ont été dressées :

- une carte régionale de vulnérabilité intrinsèque - c'est-à-dire vulnérabilité due aux seuls facteurs naturels - des eaux souterraines à partir des données géologiques et hydrogéologiques disponibles sur la région ;
- une carte régionale de l'aptitude au ruissellement à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT) de l'Institut Géographique National (IGN) pour déterminer les pentes, des données satellitaires d'occupation du sol (Corine Land Cover), de la géologie et de la densité de drainage en cours d'eau permanent (obtenue par la BD Carthage des Agences de l'eau).

Enfin, les deux cartes régionales d'aléa de pollution ont été établies par croisement de la carte de pression polluante brute potentielle avec la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines pour l'aléa de pollution des eaux souterraines et avec la carte d'aptitude au ruissellement pour l'aléa de pollution des eaux de surface.

La méthodologie est illustrée par le schéma ci-après (fig. 1).

L'opération s'est achevée par la proposition de zones prioritaires pour recevoir les points de suivi des eaux souterraines et de surface constitutifs du réseau régional de suivi des produits phytosanitaires (deux propositions de points précis sont données en annexe 5, l'une pour le réseau de suivi des eaux souterraines, la deuxième pour le réseau de suivi des eaux de surface).

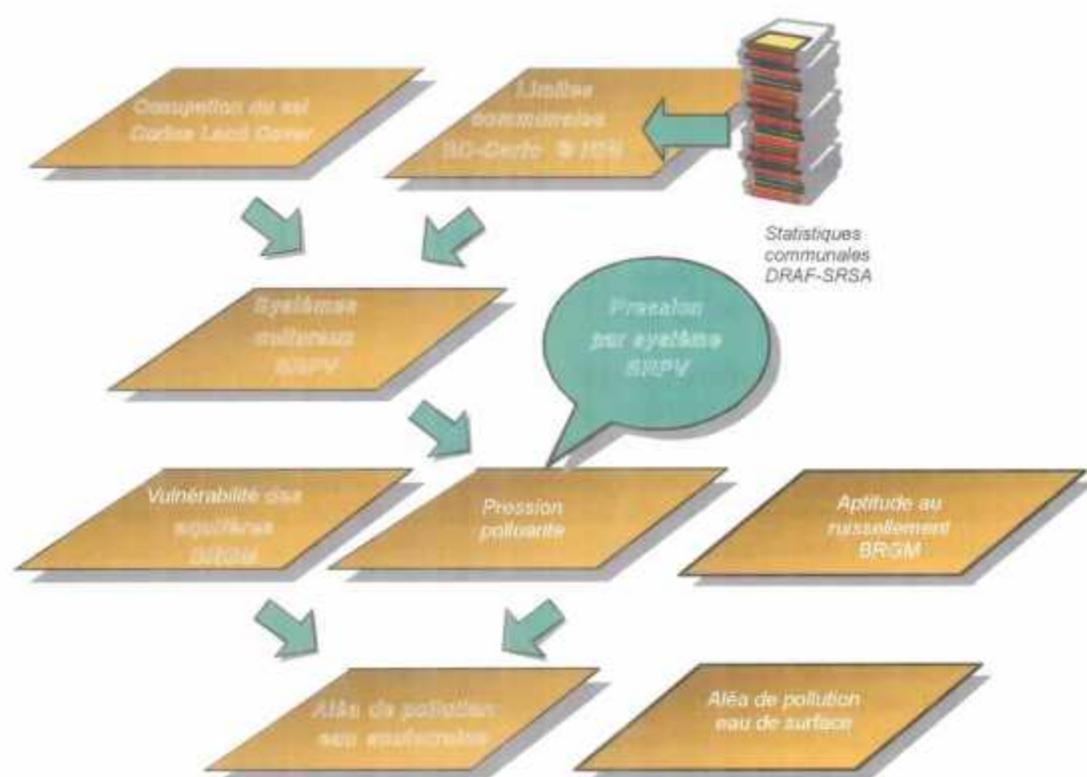


Fig. 1 - Schéma de traitement des données.

Cette étude comporte deux limites :

- d'une part, elle ne prend pas en compte les surfaces artificialisées ; en effet, il est difficile d'établir une représentation cartographique de leur pression polluante car les infrastructures représentent un tracé linéaire (routes, villes, voies ferrées, voies navigables, etc.) ou des surfaces restreintes très dispersées (espaces verts, parking, etc.) ;
- d'autre part, elle ne prend pas non plus en compte les épandages accidentels et les activités anciennes même s'il s'agit dans certains cas de sources de pollution non négligeables.

Enfin, l'érosion des sols, présente notamment sur les coteaux viticoles, n'a pas été considérée. Prendre en compte ce critère nécessiterait de développer une analyse et une modélisation à des échelles plus précises pour lesquelles les données, aujourd'hui, n'existent pas.

Tout au long de sa réalisation, l'étude a été suivie par le comité de pilotage qui a orienté et validé les étapes successives.

3.2. DÉROULEMENT DE L'OPÉRATION

Les organismes réalisateurs de cette opération, la FRDONC-SRPV et le BRGM, se sont répartis la réalisation des différentes tâches suivant leurs compétences propres,

pour la FRDONC-SRPV :

- création du calendrier des pratiques phytosanitaires régionales (ce travail fait l'objet d'un rapport FRDONC-SRPV : Fermond L., Dufour P., 1999. - Calendrier d'utilisation des substances actives de produits phytosanitaires.). Ce calendrier permet de préciser les périodes les plus appropriées pour le suivi analytique des différentes molécules ;
- détermination de l'hectare type par culture significative ;
- classification des systèmes culturaux et détermination du système cultural dominant de chaque commune de la région ;
- définition de la pression polluante brute potentielle par les produits phytosanitaires de chaque système cultural ;
- établissement des listes micro-régionales de substances actives d'origine agricole à rechercher dans les eaux, établissement des listes de substances actives d'origine autre qu'agricole ;

pour le BRGM :

- cartographie régionale des systèmes culturaux et de la pression polluante brute potentielle par les produits phytosanitaires à partir des données traitées par la FRDONC-SRPV ;
- cartographie régionale de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (cette tâche, dans le cadre d'une autre opération entièrement réalisée par le BRGM et menée en parallèle avec celle-ci) ;
- détermination des critères d'aptitude au ruissellement ;
- cartographie régionale de l'aptitude au ruissellement ;
- croisement de la carte de pression polluante brute potentielle avec la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines et avec la carte d'aptitude au ruissellement pour obtenir les cartes d'aléa de pollution des eaux souterraines et des eaux de surface par les produits phytosanitaires ;
- définition, à partir des cartes d'aléa, de secteurs prioritaires destinés à recevoir les points de suivi du futur réseau et établissement d'une proposition de choix de points constitutifs du futur réseau (proposition donnée en ann. 5).

3.3. CONTENU DE L'ÉTUDE

Les chapitres qui suivent constituent les notices des 6 cartes hors texte qui ont été réalisées dans le cadre de cette opération :

Carte 1 : Systèmes cultureux et autres occupations du sol,

Carte 2 : Indices de pression polluante brute potentielle par les produits phytosanitaires d'origine agricole,

Carte 3 : Vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines,

Carte 4 : Aptitude au ruissellement,

Carte 5 : Aléa de pollution potentielle des eaux souterraines par les produits phytosanitaires d'origine agricole,

Carte 6 : Aléa de pollution potentielle des eaux de surface par les produits phytosanitaires d'origine agricole.

Chaque notice décrit les données utilisées, les traitements réalisés sur ces données et comment ils ont été rendus sur la carte.

Le dernier chapitre propose et argumente un choix de secteurs prioritaires pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines et de surface de la région Bourgogne (un choix de points dans ces secteurs prioritaires est proposé en ann. 5). Les parties de cette opération réalisées par la FRDONC-SRPV ont été incluses dans le corps du présent rapport dans la mesure où elles étaient indispensables pour la réalisation des cartes. C'est le cas notamment de la définition des différents systèmes cultureux et de leur classement en niveaux de pression polluante brute potentielle. Les travaux de la FRDONC-SRPV non directement liés à la réalisation des cartes sont donnés en annexes à ce rapport. Il s'agit de :

Annexe 1 : Clé de classification des systèmes cultureux de la région Bourgogne,

Annexe 2 : Régionalisation de l'utilisation des matières actives phytosanitaires d'origine agricole après détermination des « hectares types » par culture significative des communes de la région Bourgogne,

Annexe 3 : Établissement des listes micro-régionales de substances actives phytosanitaires d'origine agricole prioritaires pour la surveillance de la qualité des eaux en région Bourgogne,

Annexe 4 : Établissement des listes de substances actives phytosanitaires d'origine autre qu'agricole pour la surveillance de la qualité des eaux en région Bourgogne.

4. Systèmes cultureux et autres occupations du sol (carte 1)

4.1. DONNÉES UTILISÉES

Les systèmes cultureux, représentés sur la carte 1, ont été déterminés par la FRDONC-SRPV de Bourgogne. Les données utilisées ont été en majorité recueillies auprès du Service Régional des Statistiques Agricoles (SRSA) de la Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt de Bourgogne (DRAF) à partir des données PAC de 1996, 1997 et 1998. Le fait d'utiliser les trois années consécutives permet de prendre en compte implicitement la rotation des cultures.

Les données fournies par le SRSA ont permis de calculer pour chaque commune bourguignonne les surfaces de cultures regroupées sous les rubriques suivantes :

- céréales,
- maïs : total entre maïs ensilage et maïs grain,
- colza : total entre colza et gel industriel, dans la mesure où ce dernier est très largement implanté en colza,
- tournesol,
- pois,
- soja,
- prairies : total entre prairies temporaires et prairies permanentes.

Nous avons considéré qu'au sein de ces groupes de cultures, les pratiques phytosanitaires étaient homogènes pour une commune donnée. Pour les cultures ne faisant pas l'objet de déclarations PAC, les informations concernant leurs surfaces ont été collectées :

- pour les betteraves, auprès des syndicats betteraviers et des sucreries intervenant sur la région,
- pour le maraîchage et le cassis, auprès des techniciens intervenant sur la zone,
- pour les oignons, auprès des coopératives et des techniciens intervenant sur la zone,
- pour les légumes sous contrat, auprès des entreprises concernées,
- pour la luzerne, auprès des entreprises effectuant la déshydratation (l'enquête nous a permis de constater que la luzerne ne représente que de très petites surfaces et essentiellement en Côte-d'Or),
- pour la vigne, auprès des services du cadastre des différents Centres des Impôts Fonciers des quatre départements.

Une information la plus complète possible a donc été obtenue concernant les surfaces des différentes cultures de chaque commune de Bourgogne.

4.2. CLASSIFICATION DES SYSTÈMES CULTURAUX

Pour chaque commune, chaque culture a été exprimée en pourcentage de la surface agricole utile (SAU) communale (vignes non comprises).

Pour chaque commune, l'étude n'a porté que sur les cultures significatives, à savoir celles occupant plus de 5 % de la SAU communale. Par la ventilation de ces pourcentages de cultures en fonction des pratiques phytosanitaires associées, la FRDONC-SRPV a déterminé 30 groupes de cultures ou systèmes cultureux dont la représentativité est estimée en fonction de la part de chaque culture dans le système. Ces systèmes cultureux peuvent être grossièrement regroupés en sept grands types :

- herbages majoritaires avec céréales et/ou maïs dominant les autres cultures sur le reste de la SAU,
- herbages minoritaires avec céréales et/ou maïs dominant les autres cultures,
- herbages minoritaires avec céréales et/ou maïs dominant les autres cultures et au moins 5 % de soja,
- herbages minoritaires avec céréales dominant les autres cultures et au moins 5 % de pois,
- herbages minoritaires avec céréales dominant les autres cultures et au moins 5 % de betteraves,
- herbages minoritaires avec céréales dominant les autres cultures et au moins 5 % de cultures légumières,
- vigne occupant plus de 95 % de la SAU.

Une clé de type dichotomique a été élaborée par la FRDONC-SRPV sur le modèle de celle adoptée par le SRPV de Champagne-Ardenne pour permettre ce classement (ann. 1). 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. Sont pris en compte à la fois le nombre et les quantités de molécules potentiellement polluantes apportées. Présentées dans le tableau 1, ces classes sont réparties en fonction de l'importance décroissante des herbages (ordonnées) et de l'importance croissante des pratiques intensives (abscisses).

Si en superficie, les systèmes cultureux de la région sont dominés par les céréales (blé tendre et orge principalement), certaines cultures sont considérées comme plus pénalisantes à l'égard des eaux quand elles s'y ajoutent ou les remplacent. Il s'agit du maïs, du soja, du pois, de la betterave, ainsi que des cultures légumières. Plus consommatrices de produits phytosanitaires et utilisant des matières actives à fort potentiel polluant, ces cultures augmentent la pression polluante notamment à cause des matières actives suivantes :

- pour le maïs : atrazine, alachlore, métolachlore, sulcotrione, diméthénamide, bentazone, carbofuran,...
- pour le soja : métolachlore, bentazone, oxadiazon, fomesafen, metribuzine,...
- pour le pois : chlorothalonil, acelonifen, trifluraline, bentazone, linuron, flutriafol, fomesafen,...
- pour les betteraves : métamitron, éthofumesate, choridazone, oxydéméton-méthyl, triallate, clopyralid, carbofuran,...
- pour les oignons : mancozèbe, acelonifen, propachlore, chlorothalonil, carbofuran, oxadixyl, pendiméthaline,...

Ces matières actives ont été retenues à cause de :

- leur potentiel de mouvement élevé qui favorise leur diffusion jusque dans les eaux. Défini par le CORPEN dans la brochure « Désherbage – Eléments de raisonnement pour une maîtrise des adventices limitant les risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires », le potentiel de mouvement d'une substance active résulte du croisement entre son Koc (coefficient de partage carbone organique/eau qui traduit l'affinité de la molécule pour le sol) et sa durée de demi-vie,
- et/ou leur utilisation importante ou répétée,
- et/ou leur toxicité et leur écotoxicité.

Les deux premiers paramètres expliquent leur position dans les listes de surveillance issues du traitement des listes de matières potentiellement utilisées par la méthode SIRIS (cf. ann. 3).

Toutes les communes de la région Bourgogne ont pu être classées dans les 30 classes de systèmes culturaux déterminés.

Quelques remarques sont nécessaires :

- les surfaces de luzerne de déshydratation ont été cumulées avec celles des prairies,
- dans les rares cas où le soja représentait 5 ou 6 % de la SAU communale avec une surface de prairie supérieure à 50 %, le soja a été négligé (les communes concernées ont été classées parmi les classes 1 à 7),
- trois communes de l'Yonne comportent des surfaces non négligeables en vergers de cerisiers ; par souci de simplification du système de classification, l'étude étant effectuée au niveau régional, cette culture a été négligée devant les autres,
- une commune de Côte-d'Or et une commune de la Nièvre n'ont pu être classées dans ce système, elles comportent en effet moins de cinq ha de SAU ; il s'agit de petites communes entièrement urbaines (Saint-Jean-de-Losne et Château-Chinon-ville) ; elles sont recouvertes, sur la carte, par la couche Corine Land Cover des zones urbaines (voir paragraphe 4.3).

Tabl. 1 - Systèmes culturaux de Bourgogne.

	SURFACE EN HERBE	CÉRÉALES ET/OU MAÏS DOMINANT LES AUTRES CULTURES (soja, pois, betteraves et cultures légumières : cultures non significatives)				SURFACE EN SOJA SUPÉRIEURE À 5 %			SURFACE EN POIS SUPÉRIEURE À 5 %	SURFACE EN BETTERAVES SUPÉRIEURE À 5 %		SURFACE EN CULTURES LÉGUMIÈRES SUPÉRIEURE À 5 %		
		Céréales dominantes		surface en maïs supérieure ou égale aux céréales	autres cultures minoritaires	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 à (colza + tournesol)				surface en pois inférieure à 5 %	surface en pois supérieure à 5 %	surface en betteraves inférieure à 5 %	surface en betteraves supérieure à 5 %
	Inférieure à 10 %	14	15			21			23	25	26	28	29	
HERBAGES MINORITAIRES	10 % à 25 %	11	12	13		19	20		22	24		27		
	25 % à 50 %	8	9	10		16	17	18						
	50 % à 70 %	5	6	7										
HERBAGES MAJORITAIRES	70 % à 95 %	2	3	4										
	Supérieure à 95 %				1									

4.3. CAS PARTICULIER DE LA VIGNE ET DES AUTRES OCCUPATIONS DU SOL

Le cas de la vigne a été traité à part du fait de la spécificité quasi monoculturelle de cette culture. La détermination des classes des systèmes culturaux de chaque commune a été effectuée sans tenir compte de la vigne sauf pour les communes exclusivement viticoles (SAU occupée à plus de 95 % par la vigne : classe 30). Par exemple, une commune céréalière pour 50 % de son territoire, le reste étant viticole, a donc été classée comme céréalière et cartographiée comme telle sur la partie de son territoire concernée. Les surfaces occupées par la vigne ont été superposées sur la carte à partir des informations satellitaires Corine Land Cover, « recouvrant » ainsi la zone viticole de la commune.

Cette méthode a permis de mieux rendre compte de la localisation des zones viticoles en Bourgogne.

Le même procédé a été utilisé pour les occupations du sol non agricoles, c'est-à-dire, les zones urbaines, les plans d'eau et les forêts. Comme pour les vignes, l'emprise de ces différentes occupations du sol a été déterminée par interprétation des images du satellite Landsat Thematic-Mapper (résolution 30 m) dans le cadre du projet européen Corine Land Cover et fournies par l'Institut Français de l'Environnement (IFEN) avec une précision de 1/100 000 et 45 types d'occupation du sol (Couche CLCREG). Le traitement géographique des données Corine Land Cover a été effectué au BRGM Bourgogne sous le logiciel MapInfo.

Les « plages » Corine Land Cover prises en compte ont été les suivantes (on donne le code IFEN de trois chiffres suivi du nom en clair) :

Pour les zones urbaines :

111 : Tissu urbain continu,

112 : Tissu urbain discontinu,

Pour les zones boisées :

311 : Forêts de feuillus,

312 : Forêts de conifères,

313 : Forêts mélangées,

324 : Forêts et végétation arbustive en mutation ;

Pour les plans d'eau :

411 : Marais intérieurs,

511 : Cours et voies d'eau de grande largeur,

512 : Plans d'eau ;

Pour les vignobles :

221 : Vignobles.

Sur la carte des systèmes cultureaux, ces trois types de zones sont figurés par des teintes distinctes et appropriées au côté des zones agricoles de la SAU.

Certaines plages non agricoles n'ont pas été retenues dans ces traitements du fait de leur faible représentation en Bourgogne (ou de leur absence) compte tenu de l'échelle régionale de cette cartographie (ainsi les tourbières : 412, les roches nues : 332, etc.).

4.4. CARTOGRAPHIE

La carte 1 « Systèmes cultureaux et autres occupations du sol » est ainsi le résultat de deux étapes :

Étape 1) À chaque commune étant attribuée une classe de système cultural (fichier EXCEL réalisé par la FRDONC-SRPV), une couche cartographique « système cultural par commune » a été créée en utilisant la BD-Carto de l'IGN (limites des communes) puis,

Étape 2) À cette couche ont été superposés les traitements issus de Corine Land Cover (vignes et occupations non agricoles du sol).

5. Indices de pression polluante brute potentielle par les produits phytosanitaires d'origine agricole (carte 2)

5.1. DÉFINITION DES INDICES DE PRESSION POLLUANTE BRUTE POTENTIELLE

La carte de la pression polluante brute potentielle par les produits phytosanitaires a été élaborée à partir de la carte des systèmes culturaux.

En effet, à chaque classe de système cultural est attribué un niveau de pression polluante. Bien entendu, les 30 systèmes culturaux identifiés ne correspondent pas à 30 niveaux de pollution potentielle pour les eaux. En fonction des caractéristiques des produits phytosanitaires liées à leur solubilité et à leur stabilité, la pression polluante a été ramenée à 10 niveaux sans pas défini et régulier. Il s'agit d'une échelle relative : cela signifie notamment qu'un système cultural de niveau 9 impose à priori plus de pression polluante qu'un système de niveau 8 mais ne présente pas 9 fois plus d'intensité qu'un système de niveau 1. La pression polluante résulte à la fois des quantités de produits utilisés, du nombre plus ou moins important de matières actives épandues et de leurs caractéristiques environnementales. L'intensification, même dans la diversification, augmente la pression. La forte diversification peut réduire le risque par effet de dilution.

La correspondance entre systèmes culturaux et niveaux de pression polluante est donnée dans le tableau 2.

La définition précise des niveaux de pression polluante, établie par la FRDONC-SRPV, est donnée ci-dessous.

Niveau 0	Pression polluante nulle
Système naturel	Sans intrant phytosanitaire
Niveau 1	Pression polluante très faible à nulle
Système exclusivement herbager ou système forestier	Utilisant très peu de produits phytosanitaires à la fois en quantité et en surfaces traitées

Niveau 2	Pression polluante assez faible à très faible
Système très herbager avec cultures à dominante céréalière	Utilisant peu de produits phytosanitaires. La surface herbagère limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux superficielles et souterraines

Niveau 3	Pression polluante assez faible
Système très herbager avec cultures à dominante céréalière et une culture assez pénalisante non négligeable	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs). La surface herbagère très importante limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux superficielles et souterraines

Ou

Système herbager avec cultures à dominante céréalière	Peu consommateur d'intrants phytosanitaires. La surface herbagère importante limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux superficielles et souterraines
--	---

Niveau 4	Pression polluante assez faible à moyenne
Système très herbager avec une culture pénalisante dominant les autres cultures	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs). La surface herbagère très importante limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux superficielles et souterraines

Ou

Système herbager avec cultures à dominante céréalière et une culture assez pénalisante non négligeable	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs). La surface herbagère importante limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux superficielles et souterraines
---	--

Ou

Système assez herbager avec des cultures à dominante céréalières	
---	--

Niveau 5

Pression polluante moyennement élevée

Système herbager avec une culture pénalisante dominant les autres cultures	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs). La surface herbagère importante limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux superficielles et souterraines
---	--

Ou

Système assez herbager avec des cultures à dominante céréalière et une culture assez pénalisante non négligeable	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs, au soja). La surface herbagère limite les possibilités de transfert des matières actives vers les eaux superficielles et souterraines
---	--

Ou

Système peu herbager avec des cultures à dominante céréalière	
--	--

Niveau 6

Pression polluante assez élevée

Système assez herbager avec une culture pénalisante dominant les autres cultures	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs).
---	---

Ou

Système assez herbager avec des cultures à dominante céréalière et deux cultures assez pénalisantes non négligeables	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs, au soja)
---	---

Ou

Système peu herbager avec des cultures à dominante céréalière et une culture assez pénalisante non négligeable	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs, au soja, aux pois, aux betteraves, aux oignons)
---	--

Ou

Système céréalière (non herbager).	
---	--

Niveau 7

Pression polluante assez élevée à élevée

système assez herbager avec une culture pénalisante dominant les autres cultures et une deuxième culture pénalisante non négligeable	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs, au soja).
---	--

Ou

Système peu herbager avec des cultures à dominante céréalière et deux cultures pénalisantes non négligeables	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs et au soja)
---	---

Ou

Système peu herbager avec une culture pénalisante dominant les autres cultures	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs)
---	--

Ou

Système céréalier avec une culture pénalisante non négligeable	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées au maïs, au soja, aux pois, aux betteraves, aux oignons).
---	---

Niveau 8	Pression polluante élevée
Système céréalier avec deux cultures pénalisantes non négligeables	Utilisant des matières actives potentiellement polluantes (par exemple celles liées aux pois, aux betteraves, aux oignons).

Niveau 9	Pression polluante élevée à très élevée
Système céréalier avec des cultures pénalisantes très importantes en surface, voire quasi-dominantes	Ce cas ne se présente pas en Bourgogne (sauf rares exceptions). Ce niveau de pression polluante a cependant été conservé afin de pouvoir effectuer une comparaison avec l'étude similaire menée en Champagne-Ardenne

Niveau 10	Pression polluante très élevée
Système monocultural à forte pression phytosanitaire	L'absence de surfaces agricoles tampons ne permet pas la réduction du risque.

Tabl. 2 - Correspondance entre systèmes cultureux et niveaux de pression polluante potentielle.

Systèmes cultureux	Niveaux de pression polluante	Commentaires
1	1	Système exclusivement herbager
2	2	Système très herbager avec céréales dominantes
3	3	Système très herbager avec céréales dominantes et une culture pénalisante
4	4	Système très herbager avec une culture pénalisante
5	3	Système herbager avec céréales dominantes
6	4	Système herbager avec céréales dominantes et une culture pénalisante
7	5	Système herbager avec une culture pénalisante
8	4	Système assez herbager avec céréales dominantes
9	5	Système assez herbager avec céréales dominantes et une culture pénalisante
10	6	Système assez herbager avec une culture pénalisante dominante
11	5	Système peu herbager avec céréales dominantes
12	6	Système peu herbager avec céréales dominantes et une culture pénalisante
13	7	Système peu herbager avec une culture pénalisante dominante
14	6	Système céréalier
15	7	Système céréalier avec une culture pénalisante
16	5	Système assez herbager avec céréales dominantes et une culture pénalisante
17	6	Système assez herbager avec céréales dominantes et deux cultures pénalisantes
18	7	Système assez herbager avec deux cultures pénalisantes dont une dominante
19	6	Système peu herbager avec céréales dominantes et une culture pénalisante
20	7	Système peu herbager avec céréales dominantes et deux cultures pénalisantes
21	7	Système céréalier avec une culture pénalisante
22	6	Système peu herbager avec céréales dominantes et une culture pénalisante
23	7	Système céréalier avec une culture pénalisante
24	6	Système peu herbager avec céréales dominantes et une culture pénalisante
25	7	Système céréalier avec une culture pénalisante
26	8	Système céréalier avec deux cultures pénalisantes
27	6	Système peu herbager avec une culture pénalisante
28	7	Système céréalier avec une culture pénalisante
29	8	Système céréalier avec deux cultures pénalisantes
30	10	Monoculture, vignoble

A chaque commune est donc attribué un niveau de pression polluante d'après sa classification dans les systèmes culturaux.

Si nous avons pu quantifier et hiérarchiser les pressions polluantes générés par les différents systèmes culturaux bourguignons, il n'en a pas été de même pour les zones urbaines et les zones occupées par les voies de transport inter-urbaines ainsi que pour les forêts. En effet, pour les usages concernés, nous n'avons pas disposé de données quantitatives exhaustives à l'échelle de la région. Dans ces conditions nous n'avons pas été en mesure de comparer les pressions polluantes correspondantes à celles générées par les autres usages phytosanitaires (grandes cultures et vigne).

Notons que les forêts sont globalement des zones à faible pression polluante. Rapporté à la surface totale de forêt bourguignonne, le pourcentage de surface traitée est relativement faible. Par ailleurs, les traitements phytosanitaires forestiers sont peu fréquents et ne sont pas renouvelés chaque année. Toutefois ponctuellement, la pression polluante peut être élevée : il s'agit alors de situations particulières (désherbage et débroussaillage avant plantation, pépinière, route forestière, maladie ou ravageur fortement présent, ...).

5.2. CARTOGRAPHIE

Cette carte 2 « Indices de pression polluante brute potentielle par les produits phytosanitaires d'origine agricole » a également été réalisée au BRGM Bourgogne en deux étapes sous le logiciel Map Info :

Etape 1) À chaque commune étant attribué un niveau de pression polluante (fichier EXCEL réalisé par la FRDONC-SRPV), une couche cartographique « niveau de pression polluante par commune » a été créée, puis,

Etape 2) À cette couche ont été superposés les mêmes traitements issus de Corine Land Cover (vignes et occupations non agricoles du sol) que pour la carte 1 ; le niveau 10 de pression polluante a été attribué aux surfaces en vignes (tabl. 2).

6. Vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (carte 3)

6.1. GÉNÉRALITÉS

La carte de vulnérabilité intrinsèque - c'est-à-dire la vulnérabilité due aux seuls facteurs naturels - des eaux souterraines de la région Bourgogne a été dressée dans le cadre d'une opération spécifique commandée par la DRASS de Bourgogne et financée, en partenariat, par les Agences de l'eau Loire-Bretagne, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie et le BRGM « Cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la région Bourgogne ».

La présentation qui est faite dans ce chapitre de la vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines en région Bourgogne est issue de cette opération et adaptée au cadre de la présente opération.

Dans l'approche des phénomènes de pollution des eaux souterraines, il convient de prendre en compte trois facteurs principaux :

- **l'introduction**, c'est-à-dire le dépôt à la surface du sol des corps polluants, puis leur transit dans la zone non saturée sous l'effet des eaux d'infiltration, selon un trajet essentiellement vertical jusqu'à la nappe. Elle peut être plus ou moins rapide, selon les caractéristiques (perméabilité) et l'épaisseur de la roche non saturée ou bien la présence ou l'absence de formations superficielles peu perméables. Il faut souligner que pour les aquifères de la région cette vitesse d'introduction est très hétérogène car très variable dans l'espace. Ceci conduit à des délais d'arrivée dans la zone saturée extrêmement variables, de quelques heures dans une formation fissurée ou karstifiée quelle que soit la profondeur de la zone saturée à plusieurs jours ou semaines, voire mois, pour une formation finement poreuse et, dans ce dernier cas, le délai sera d'autant plus important que la surface piézométrique sera profonde ;
- **la propagation**, c'est-à-dire l'écoulement de l'eau souterraine polluée, entraînée par le mouvement naturel de la nappe atteinte. Elle peut être plus ou moins rapide, selon les caractéristiques (perméabilité) de la roche aquifère et la pente hydraulique. Elle peut s'étendre à une distance plus ou moins grande du point d'introduction selon l'étendue et les conditions de drainage de la nappe ;
- **la persistance** est la durée de présence de l'eau contaminée dans la zone aquifère en aval du point d'introduction et après l'interruption de la cause initiale de la pollution. Elle est inversement proportionnelle à l'intensité du renouvellement naturel de l'eau du réservoir aquifère.

Dans le cadre de cette opération portant sur les produits phytosanitaires, il faut préciser qu'un facteur réel mais encore à l'état de recherche n'a pas été pris en compte ; il s'agit du pouvoir séparateur des différents milieux traversés en fonction des molécules en présence :

- d'abord le sol qui joue un rôle de séparateur entre molécules reprises rapidement par le ruissellement et molécules retenues puis entraînées par infiltration ;
- puis la formation aquifère (saturée ou non) qui favorise d'adsorption ou, au contraire, laisse l'entraînement se faire.

Les trois facteurs – introduction, propagation et persistance - peuvent être approchés régionalement essentiellement par la connaissance de la perméabilité des différentes formations géologiques rencontrées, par la piézométrie des aquifères (donne les gradients hydrauliques et l'épaisseur de la zone non saturée) et par la répartition géographique des formations superficielles peu perméables. Ces différentes données sont très inégalement connues sur l'ensemble de la région.

La vulnérabilité des différentes unités hydrogéologiques a été établie suivant une grille d'évaluation où les différents critères entrant en jeu ont été pris en compte et pondérés. La délimitation des unités hydrogéologiques elles-mêmes a été déterminée à partir des cartes géologiques à 1/50 000 et des nombreuses études géologiques et hydrogéologiques réalisées sur la région par le BRGM ou d'autres organismes depuis plusieurs dizaines d'années. La méthode est exposée en détail dans le rapport final de l'opération « Cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la région Bourgogne » (à paraître en 2001).

6.2. CLASSES DE VULNÉRABILITE INTRINSÈQUE DES FORMATIONS GÉOLOGIQUES EN BOURGOGNE

Les classes de vulnérabilité intrinsèque cartographiées sur la carte 3 concernent la première nappe aquifère économiquement exploitable rencontrée depuis la surface, c'est-à-dire les nappes directement menacées par les pollutions par les produits phytosanitaires. Elle ne concerne donc ni :

- les grandes nappes captives telle que la nappe captive des sables albiens du bassin de Paris ;
- les petites nappes perchées qui peuvent exister localement dans certaines formations superficielles, nappes qui ne permettaient que l'alimentation de quelques familles avant la mise en place des adductions publiques d'alimentation en eau potable (AEP).

Quatre classes de vulnérabilité intrinsèque ont été définies en région Bourgogne et représentées sur la carte par des couleurs différentes. A l'intérieur d'une même classe, des figurés superposés à la couleur de la classe donnent des indications sur la lithologie des formations aquifères, permettant de préciser le type de vulnérabilité.

Classe 1 : vulnérabilité très forte

Dans cette classe, les pollutions arrivent rapidement dans la zone saturée (quelques heures à quelques jours tout au plus), soit du fait d'une très forte perméabilité de la formation (formations carbonatées fissurées et, éventuellement, karstifiées), soit du fait d'une faible profondeur de la surface piézométrique (formations alluviales), la perméabilité, dans ce dernier cas, restant cependant relativement élevée. Lorsque les formations carbonatées sont recouvertes de formations superficielles sablo-argileuses (de type argile à silice), la vulnérabilité n'est pas diminuée ; en effet, s'il peut apparaître du ruissellement en surface lors des pluies, celui-ci est rapidement absorbé par des points singuliers de type bétoire et on est ramené alors au cas des formations carbonatées sans formations superficielles. Par ailleurs, pour toutes les formations de cette classe, les pollutions, une fois dans la zone saturée, peuvent se répandre sur une surface importante d'aquifère du fait de la rareté des exutoires.

- 1a : formations carbonatées (craie et calcaire) : craie de la moitié nord-ouest du département de l'Yonne, calcaires jurassiques du sud de ce même département, d'une grande partie de la Côte-d'Or, du nord-ouest de la Nièvre et de quelques zones de la Saône-et-Loire ;
- 1ac : formations carbonatées recouvertes de formations superficielles argilo-sableuses d'épaisseur supérieure à 5 m : ce type de situation avec l'argile à silex concerne essentiellement quelques zones de craie du département de l'Yonne et de calcaires jurassiques de celui de la Nièvre ;
- 1b : formations alluviales sans recouvrement argileux : plaines alluviales des principaux cours d'eau de la région, Loire, Saône et Yonne à l'aval d'Auxerre et quelques zones d'alluvions anciennes entre la Côte de Bourgogne et la Saône ;
- 1 : autres formations à vulnérabilité très forte, par exemple le « silicifié » sur les bordures Nord et Ouest du Morvan (dolomie, calcaire, socle altéré épigénisés par de la silice donnant une formation indurée mais irrégulière, voire bréchiforme).

Classe 2 : vulnérabilité forte à moyenne

Dans cette classe, les pollutions peuvent, très localement, parvenir rapidement dans la zone saturée de l'aquifère. Cependant, le plus souvent des freins existent, soit à l'introduction, tels que les niveaux marneux dans les séries marno-calcaires ou les niveaux argileux dans les aquifères multicouches classés ici, soit à la propagation sur de grandes distances du fait d'aquifères plus compartimentés et d'exutoires plus rapprochés.

- 2a : formations carbonatées (marno-calcaires) : alternances métriques de marnes et de calcaires à différents niveaux du Jurassique ; ces zones sont assez peu étendues mais existent en plusieurs secteurs des quatre départements de la région ;
- 2d : aquifères multicouches comportant quelques niveaux calcaires : il s'agit essentiellement des formations du Trias et du Lias inférieur aux abords du Morvan, là où elles comportent des alternances de quelques mètres de puissance (5 à 10 m) de niveaux de calcaires et de niveaux de marnes ou d'argile ;
- 2 : autres formations : il s'agit des formations sableuses de puissance supérieure à 15 m sont concernés les sables et grès du Trias, notamment aux environs d'Autun, et les sables albiens à nappe libre du département de l'Yonne ; les exutoires assez rapprochés et donc le taux de renouvellement de l'eau de ces aquifères limitent l'extension et la persistance des pollutions mais les niveaux piézométriques à faible profondeur entraînent des délais d'arrivée courts, de l'ordre de quelques jours au plus.

Classe 3 : vulnérabilité moyenne à faible

On a placé dans cette classe des aquifères protégés des pollutions par des niveaux argileux quasi-continus ; dans le cas des aquifères multicouches sablo-argileux, il peut exister un premier aquifère à faible profondeur et non protégé, mais les aquifères plus profonds sont bien protégés par les niveaux argileux intermédiaires. On a également placé dans cette classe les aquifères de socle ; l'essentiel de leurs réserves est contenu dans les altérites superficielles de perméabilité assez médiocre ; les nappes qui y sont contenues sont à faible profondeur (quelques mètres seulement) et les délais d'arrivée sont donc courts (quelques jours tout au plus) mais les exutoires et affleurement de nappe sont très nombreux si bien qu'une pollution sera rapidement évacuée du milieu souterrain et ne contaminera, à l'aval d'un point de pollution, que quelques hectares à quelques dizaines d'hectares tout au plus.

- 3b : formations alluviales sous recouvrement argileux ou tourbeux : la seule plaine alluviale dans ce cas est celle de la Vanne dans le nord du département de l'Yonne ;
- 3d : aquifère multicouche sablo-argileux : alternances d'argile et de sable de l'Albien inférieur du département de l'Yonne ; formations du Quaternaire ancien et du Tertiaire du fossé de la Saône et du fossé de la Loire à l'amont de Nevers ;
- 3dc : aquifère multicouche sablo-argileux recouvert de formations superficielles sablo-argileuses d'épaisseur supérieure à 5 m (p.m.) ;
- 3e : aquifères de socle (granite, roches métamorphiques, schistes) : les formations de socle occupent le « coeur » de la Bourgogne en une vaste zone d'un seul tenant (Morvan, bassins de Blanzky-le-Creusot, Charollais, haut Beaujolais) et quelques zones annexes (horsts de Saint-Saulge et de La-Machine) ;
- 3ec : aquifères de socle recouverts de formations superficielles sablo-argileuses d'épaisseur supérieure à 5 m (p.m.) ;
- 3 : autres formations (p.m.).

Classe 4 : vulnérabilité faible

Cette classe représente les zones où les argiles, à perméabilité très faible, affleurent sur de grandes surfaces. De par ces caractéristiques, ces zones sont, en principe, exemptes de niveaux aquifères ; cependant, au sein de ces séries argileuses existent quelques niveaux calcaires qui contiennent des ressources aquifères, médiocres certes, mais vulnérables dans les secteurs, très localisés, où ces calcaires viennent à l'affleurement.

- 4 : argiles (Albien supérieur, Lias) : une petite zone dans le nord du département de l'Yonne (Saint-Florentin) où affleurent les argiles de l'Albien supérieur ; une vaste zone ceinturant le Morvan (pays du Bazois, de la Terre-Plaine et de l'Auxois) où affleurent les argiles du Lias.

6.3. CARTOGRAPHIE

Les contours des différentes unités hydrogéologiques de vulnérabilité intrinsèque équivalente ont été tracés d'après les cartes géologiques à l'échelle du 1/50 000. Puis ces contours ont été numérisés par digitalisation et la carte résultante sortie sous logiciel Arc View.

7. Aptitude au ruissellement (carte 4)

Les traitements définis ci-après ont été réalisés à l'aide du système d'information géographique (SIG) Arc View complété par le module Spatial Analyst qui permet de travailler avec des données rasterisées (mode image).

7.1. CRITÈRES D'APTITUDE AU RUISSÈLEMENT

Quatre critères ont été pris en compte pour déterminer l'aptitude au ruissellement :

- la pente,
- l'occupation du sol,
- la lithologie,
- la densité de drainage.

Ces quatre critères ont fait l'objet d'une analyse indépendante en fonction de leur sensibilité par rapport au ruissellement.

Il faut préciser cependant que les deux derniers critères, la lithologie et la densité de drainage, ne représentent en fait qu'un seul grand critère, à savoir le critère perméabilité du sol et du proche sous-sol. Ce grand critère, en effet, n'est rendu qu'imparfaitement par la densité de drainage (ainsi, par exemple, en zone argileuse, donc très exposée au ruissellement, la densité de drainage déterminée à partir de la BD Carthage apparaît comme assez peu importante, la plupart des petits cours d'eau n'y étant pas marqués car trop temporaires) et il a semblé nécessaire de compléter les indications de densité de drainage par les indications de la nature lithologique du sous-sol pour approcher au plus près ce critère perméabilité du sol et du proche sous-sol.

Il n'a pas été tenu compte, pour la détermination de l'aptitude au ruissellement, de la nature des sols. En effet :

- d'une part, il n'existe pas actuellement de couverture cartographique homogène et suffisamment précise de l'ensemble de la région pour le facteur pédologie et,
- d'autre part, le principe de base des levés des cartes pédologiques à petite échelle repose en grande partie sur l'extrapolation du type de sol à partir de la nature de la première formation géologique sous-jacente, ou de la formation superficielle le cas échéant.

Compte tenu aussi de l'échelle retenue pour la cartographie (échelle à 1/100 000), il est apparu que le critère perméabilité du sol et du proche sous-sol était correctement rendu par la nature lithologique de la formation supportant le sol et par la densité de drainage.

Il est cependant évident qu'une étude fine d'aptitude au ruissellement à l'échelle de la parcelle ou de l'exploitation agricole devrait tenir compte de la pédologie et nécessiterait donc un levé de terrain précis pour ce paramètre.

7.1.1. Pentés

Ce niveau résulte du calcul des pentés à partir du Modèle Numérique de Terrain (MNT) de l'IGN au pas de 50 m.

Quatre classes de pente ont été définies en fonction de leur aptitude au ruissellement :

Tabl. 3 - Classes d'aptitude au ruissellement en fonction de la pente.

valeur de la pente	aptitude au ruissellement	classe
0 à 2,5 %	faible	1
2,5 à 5 %	moyenne	2
5 à 10 %	forte	3
>10 %	très forte	4

Après analyse de différentes simulations, le critère pente a été affecté d'un coefficient de 4.

7.1.2. Occupation du sol

L'occupation du sol qui a été prise en compte est celle issue des données IFEN de Corine Land Cover (données d'occupation du sol déterminées par interprétation des images du satellite Landsat Thematic-Mapper - résolution 30 m - dans le cadre du projet européen Corine Land Cover et fournies par l'IFEN avec une précision de 1/100 000 et 45 types d'occupation du sol - Couche CLCREG -). Le traitement géographique de ces données Corine Land Cover a été effectué au Département EAU du BRGM sur le logiciel Arc View. Dans cette base, chaque unité d'occupation du sol est codifiée (code IFEN) sur trois chiffres. Les différentes unités d'occupation du sol ont fait l'objet de regroupements en fonction de leur aptitude au ruissellement.

Cinq classes d'occupation du sol ont ainsi été définies à partir des regroupements des différentes unités. On donne ci-dessous chaque unité avec son nom en clair et son code IFEN de trois chiffres :

Aptitude faible (classe 1)

Nom	Code IFEN
Forêts de feuillus	311
Forêts de conifères	312
Forêts mélangées	313
Landes et broussailles	322
Végétation sclérophylle	323
Forêts et végétation arbustive en mutation	324
Marais intérieur	411

Aptitude moyenne (classe 2)

Nom	Code IFEN
Espaces verts urbains	141
Equipements sportifs et de loisirs	142
Prairies	231
Territoires occupés principalement par l'agriculture, avec présence de végétation naturelle importante	243
Pelouses et pâturages naturels	321

Aptitude forte (classe 4)

Nom	Code IFEN
Terres arables hors périmètres d'irrigation	211
Systèmes culturaux et parcellaires complexes	242
Plages, dunes et sable	331

Aptitude très forte (classe 5)

Nom	Code IFEN
Extractions de matériaux	131
Décharges	132
Vignobles	221
Vergers et petits fruits	222

Aptitude maximale (classe 10)

Nom	Code IFEN
Tissu urbain continu	111
Tissu urbain discontinu	112
Zones industrielles ou commerciales	121
Réseau routier et ferroviaire et espaces associés	122
Aéroports	124
Chantiers	133

Hors classification

Nom	Code IFEN
Cours d'eau et voies d'eau	511
Plans d'eau	512

La notation 10 (classe 10) correspond à une note « véto ». On considère en effet qu'en zone urbanisée, du fait de son étanchéité en surface, le ruissellement est maximal quelles que soient les valeurs des autres critères (pente, lithologie).

Après analyse de différentes simulations, le critère occupation du sol a été affecté d'un coefficient 3.

7.1.3. Lithologie

Pour ce critère, le document utilisé a été la carte de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines (carte 3) réinterprétée afin de définir quatre classes de formations géologiques par rapport à leur aptitude à favoriser ou non le ruissellement :

Aptitude faible (classe 1)

- 1a : formations carbonatées fissurées (craie et calcaire) non recouvertes de formations superficielles,
- 1 : formations silicifiées très fissurées (« Silicifié » des bordures nord et ouest du Morvan).

Aptitude moyenne (classe 2)

- 2a : formations carbonatées de type marno-calcaires,
- 1b : formations alluviales des grands cours d'eau,
- 3b : formations alluviales des grands cours d'eau recouvertes de tourbe et d'argile.

Aptitude forte (classe 3)

- 1ac : formations carbonatées fissurées (craie et calcaire) recouvertes de formations argilo-sableuses (de type argile à silix),
- 2 : sables de l'Albien et grès du Trias,
- 3ec : socle sous recouvrement sablo-argileux (p.m.),
- 2d : aquifères multicouches comportant quelques niveaux calcaires.

Aptitude très forte (classe 4)

- 4 : argile (essentiellement du Lias),
- 3d : aquifères multicouches sablo-argileux,
- 3dc : aquifères multicouches sablo-argileux recouverts de formations superficielles argilo-sableuses (p.m.),
- 3e : aquifères de socle (granite, roches métamorphiques, schistes),
- 4 : argile (essentiellement du Lias).

Après analyse de différentes simulations, le critère lithologie a été affecté d'un coefficient 1,5.

7.1.4. Densité de drainage

La densité de drainage a été obtenue à partir de la couverture hydrologique complète issue de la BD Carthage (réseau hydrographique numérisé). La densité a été calculée à partir d'un double passage d'un filtre passe-bas (moyenne glissante sur une boîte de 51 x 51 entourant le pixel faisant l'objet du calcul).

Quatre classes d'aptitude au ruissellement ont été définies par rapport à la densité du réseau de drainage :

Tabl. 4 - Classes d'aptitude au ruissellement en fonction du drainage.

Valeur de la densité de drainage	Exemple en région Bourgogne	Aptitude au ruissellement	Classe
Faible	valeurs les plus faibles observées dans la région : dans le Châtillonnais	Faible	1
Moyenne		Moyenne	2
Forte		Forte	3
Très forte	valeurs les plus fortes observées dans la région : dans le Morvan	très forte	4

Comme pour les critères précédents, c'est à l'issue de différentes simulations que le critère densité de drainage a été affecté d'un coefficient 1,5.

Le grand critère perméabilité du sol et du proche sous-sol se trouve donc affecté d'un coefficient de 3 (1,5 pour la géologie et 1,5 pour la densité de drainage).

7.2. ANALYSES MULTICRITÈRES ET CARTOGRAPHIE

A ce stade plusieurs traitements peuvent être réalisés afin de tester la méthode d'analyse la plus pertinente et chiffrer ainsi l'aptitude au ruissellement ; le numéro de chaque classe de chaque critère étant considéré comme une note, on peut faire :

- une agrégation complète par la somme des notes pondérées de chaque critère,
- une agrégation complète par la somme quadratique (somme des notes élevées au carré) de chaque critère,
- une agrégation partielle nécessitant une analyse cas par cas des différentes alternatives.

Après discussion au comité de pilotage du mois de juillet 2000, il a été convenu de choisir la première méthode d'analyse, c'est-à-dire de déterminer l'aptitude au ruissellement en chaque point par la somme, en ce point, des notes de chaque critère affectées de leur coefficient. Quatre classes d'aptitude au ruissellement ont été ainsi définies :

Tabl. 5 - Classes d'aptitude au ruissellement.

Classe	Aptitude
1	Faible
2	Moyenne
3	Forte
4	Très forte

La carte d'aptitude au ruissellement ainsi élaborée a été tracée sur logiciel Arc View et éditée à l'échelle du 1/100 000.

8. Aléa de pollution des eaux souterraines et des eaux de surface par les produits phytosanitaires d'origine agricole (cartes 5 et 6)

Deux cartes de l'aléa de pollution ont été dressées :

- l'une par croisement de la carte de pression polluante avec, la carte de vulnérabilité des eaux souterraines pour donner la carte *d'aléa de pollution des eaux souterraines par les produits phytosanitaires d'origine agricole* (carte 5) ;
- l'autre par croisement de la carte de pression polluante avec la carte d'aptitude au ruissellement pour donner la carte *d'aléa de pollution des eaux de surface par les produits phytosanitaires d'origine agricole* (carte 6).

8.1. CROISEMENT DES CARTES ET CARTES D'ALÉA DE POLLUTION

Afin de permettre un traitement et des interprétations plus parlantes, il est apparu nécessaire de regrouper les 10 classes de pression polluante, définies ci-dessus au chapitre 5.1, en quatre niveaux :

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

La classe 9 de pression polluante n'est pas représentée en Bourgogne. Le niveau 4 de pression polluante ne regroupe donc que les classes 8 et 10.

L'aléa de pollution en chaque point est déterminé par sommation des valeurs de niveau que prend chaque critère en ce point, soit :

- pour l'aléa de pollution des eaux souterraines, somme du niveau de pression polluante et du niveau de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines,
- pour l'aléa de pollution des eaux de surface, somme du niveau de pression polluante et du niveau d'aptitude au ruissellement.

Pour cette sommation, il a été décidé au comité de pilotage du mois de septembre 2000 de faire une sommation simple, sans coefficients de pondération.

On aboutit ainsi à sept niveaux d'aléa de pollution des eaux de surface ou des eaux souterraines depuis le niveau 2 : aléa très faible jusqu'au niveau 8 : aléa très fort.

Les zones de forêts, de plans d'eau et les zones urbanisées, déterminées par traitement des données Corine Land Cover (voir au chapitre 3), sont représentées et différenciées par des couleurs spécifiques sur les cartes d'aléa de pollution mais sont exclues du zonage de l'aléa de pollution.

Les deux tableaux qui suivent synthétisent la démarche.

Tabl. 6 - Aléa de pollution des eaux souterraines.

Niveau de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines	1 (faible)	2 (faible à moyenne)	3 (moyenne à forte)	4 (très forte)
niveau de pression polluante				
1 : très faible à nulle (classes 1 et 2)	2	3	4	5
2 : faible à moyenne (classes 3, 4 et 5)	3	4	5	6
3 : moyenne à forte (classes 6 et 7)	4	5	6	7
4 : très forte (classes 8, 9 et 10)	5	6	7	8

Tabl. 7 - Aléa de pollution des eaux de surface.

Niveau d'aptitude au ruissellement	1 (faible)	2 (moyenne)	3 (forte)	4 (très forte)
niveau de pression polluante				
1 : très faible à nulle (classes 1 et 2)	2	3	4	5
2 : faible à moyenne (classes 3, 4 et 5)	3	4	5	6
3 : moyenne à forte (classes 6 et 7)	4	5	6	7
4 : très forte (classes 8, 9 et 10)	5	6	7	8

Remarques

Les zones artificialisées, c'est-à-dire les zones urbaines et les zones occupées par les voies de transport, représentent un très fort aléa de pollution des eaux par les produits phytosanitaires. En effet, il s'agit soit de surfaces imperméables à l'origine de forts ruissellements, en outre, souvent situés à proximité de fossés ou de systèmes d'évacuation des eaux pluviales (fort aléa de pollution des eaux superficielles), soit de surfaces très filtrantes peu enclines à la rétention des molécules (sol très peu développé) et favorisant donc le transfert des molécules en profondeur (fort aléa de pollution des eaux souterraines).

Les zones forestières, quant à elles, sont caractérisées par une pression polluante très faible globalement et par un milieu peu vulnérable, hormis dans les cas de très forte pente, et génèrent donc un faible aléa de pollution des eaux.

8.2. CARTOGRAPHIE

Les deux cartes issues de ce traitement, la carte 5 - aléa de pollution des eaux souterraines - et la carte 6 - aléa de pollution des eaux de surface -, ont été élaborées à l'aide du logiciel Arc View et restituées à l'échelle 1/250 000.

En outre, afin de faire mieux ressortir sur ces deux cartes, les zones de plus fort aléa soit :

- les forts aléas dus à des conditions naturelles, forte vulnérabilité des eaux souterraines ou forte aptitude au ruissellement,
- les forts aléas dus à la pression polluante,

il a été convenu de porter en surcharge sur les deux cartes d'aléa, des figurés de type quadrillage en distinguant les trois cas possibles :

Cas 1 : zones d'aléa très fort à cause de l'occupation du sol (cultures pénalisantes), définies comme suit :

- carte 5 (eaux souterraines) : pression polluante de niveau 4 (classes 8, 9 et 10) et niveau de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines de niveau 2,
- carte 6 (eaux de surface) : pression polluante de niveau 4 (classes 8, 9 et 10) et niveau d'aptitude au ruissellement de niveau 2 ;

Cas 2 : zones d'aléa très fort à cause des facteurs naturels (très forte vulnérabilité des eaux souterraines ou très forte aptitude au ruissellement), définies comme suit :

- carte 5 (eaux souterraines) : pression polluante de niveau 2 (classes 3, 4 et 5) et niveau de vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines de niveau 4,
- carte 6 (eaux de surface) : pression polluante de niveau 2 (classes 8, 9 et 10) et niveau d'aptitude au ruissellement de niveau 4 ;

Cas 3 : zones d'aléa très fort à cause des deux causes ci-dessus à la fois, définies comme suit :

- aléa de pollution (eaux souterraines et eaux de surface) : niveaux 7 et 8.

9. Choix des secteurs prioritaires pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux

En préalable au choix des points du réseau de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux, deux étapes s'avèrent nécessaires :

- d'une part un zonage de la région Bourgogne en zones sensiblement homogènes du point de vue des conditions hydrogéologiques ou hydrologiques et agronomiques afin de caractériser la représentativité des points du futur réseau et de mieux cerner, par zone, les produits utilisés et,
- d'autre part, étape essentielle, le choix de secteurs prioritaires pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux ; ces secteurs prioritaires seront surtout choisis dans les zones de fort aléa, telles qu'elles ont été mises en évidence par les cartes réalisées.

Le choix de secteurs prioritaires pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux répond à un souhait du ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire et du ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de la Forêt exprimé dans leur courrier du 1^{er} août 2000 : l'étude préalable, à l'échelle régionale, doit permettre « d'identifier les bassins devant faire l'objet d'une action prioritaire... notamment la caractérisation de la ressource en eau [et] le suivi renforcé de la qualité de l'eau, ... ».

9.1. ZONAGE DE LA RÉGION BOURGOGNE

Préalablement au choix des points du réseau de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux, il a été convenu de découper la région Bourgogne en une trentaine de zones, soit 500 à 1500 km² par zone, afin de pouvoir déterminer au plus près les substances utilisées par zone compte tenu des types de cultures qui y sont pratiquées. Ce découpage était nécessaire pour l'établissement, par le SRPV et la FRDONC, des listes micro-régionales de substances actives. Établies à partir des listes de substances actives utilisées sur chaque zone, celles-ci ont pour objectif de cibler les matières actives à rechercher de façon prioritaire sur les différents points du futur réseau de surveillance de la qualité des eaux. Les listes micro-régionales permettent de rendre compte de la diversité des systèmes culturels bourguignons.

La région Bourgogne a ainsi été découpée :

- pour les eaux souterraines, en 31 zones hydrogéologiques (fig. 2) et,
- pour les eaux de surface, en 40 bassins versants (fig. 3).

Le découpage en zones hydrogéologiques, réalisé par la DIREN et le BRGM, résulte d'un croisement entre, d'une part la géologie et l'hydrogéologie et, d'autre part les grands types d'occupation du sol (élevage dominant ou grandes cultures dominantes, etc...). Autrement dit, ont été définies des zones homogènes, autant que faire ce peut, du point de vue de la géologie (et donc de l'hydrogéologie) et de l'occupation du sol. En Bourgogne, ce croisement entre géologie et occupation du sol est cependant relativement aisé à réaliser. Les limites retenues pour ces zones sont le plus souvent géologiques (par exemple le contact entre le socle du Morvan et les formations sédimentaires), mais parfois autres (par exemple la ligne de partage des eaux entre la Seine et la Saône).

Seules les plus grandes nappes alluviales ont été individualisées en zones (l'Yonne aval, la Loire et la Saône). En effet, la plus petite entité prise en compte pour les systèmes culturaux et la pression polluante est la commune et, à part ces trois plus grandes nappes alluviales, aucune autre ne couvre en totalité une ou plusieurs communes.

Le tableau 8 donne la liste des 31 zones hydrogéologiques ainsi définies et leur définition géologique et agricole.

Tabl. 8 - Zones hydrogéologiques de la région Bourgogne.

Système(s) aquifère(s) d'appartenance	Nom de la zone hydrogéologique	Remarques
95	Revermont	Premiers contreforts du massif jurassien (essentiellement calcaire) ; élevage et bois
104a	Bresse	Formations tertiaires et quaternaires de Bresse à l'est de la Saône et au sud du Doubs (argile et quelques niveaux de sable) ; élevage et cultures associées (maïs)
540 e	Côte mâconnaise	Calcaires, marnes et un peu de socle en compartiments étroits et allongés nord-sud ; élevage, vignes, quelques cultures
174c, d, e, f, g	Pied de Côte	Formations argileuses avec quelques niveaux de graviers ; grandes cultures et vignes aux abords du relief de la Côte
174a, b, 99g, h	Ouche-Tille	Alluvions graveleuses, parfois recouvertes de limons argileux ; grandes cultures
101a, 102, 104e, 104d, 174h, 540a, 540b, 540c,	Nappe alluviale de la Saône et du Doubs	Alluvions sableuses, parfois recouvertes de limons argileux ; zone en grande partie inondable ; prairies d'élevage et maïs
33, 510	Albien	Sables et argile ; zone d'élevage avec cultures associées et bois
29, 31	Nappe alluviale de l'Yonne à l'aval de Sens	Alluvions graveleuses ; bois de peupliers et cultures

Tabl. 8 - Zones hydrogéologiques de la région Bourgogne (suite).

29	Sénonais	Craie rarement recouverte de formations superficielles ; grandes cultures
30	Pays d'Othe	Craie souvent recouverte de formations superficielles ; grandes cultures et élevage et taux de boisement assez élevé
31	Gâtinais	Craie presque partout recouverte de formations superficielles de type argile à silex ; grandes cultures
30, 31	Migennes	Craie sans formations superficielles ; grandes cultures
32	Puisaye	Craie, parfois sableuse, recouverte de formations superficielles ; bois et élevage et quelques cultures
602, 679	Morvan	Soile (granite, roches métamorphiques, roches volcano-sédimentaires) ; forêts et élevage
106, 105, 602, 673, 674	Charollais et Autunois	Soile (granite, roches métamorphiques, roches volcano-sédimentaires) et formations permocarbonifères (schistes et grès) ; prairies d'élevage
175, 540 km	Ouest-Charollais et Bourbonnais	Formations tertiaires (sables et argile) et quelques petites zones de calcaire ; prairies d'élevage
64u, 308d, e, f	Nappe alluviale de la Loire et de l'Allier	Alluvions sableuses ; prairies et cultures
538	Entre Loire et Allier	Formations tertiaires (sables et argile) et quelques zones de calcaire ou de soile ; prairies d'élevage
536	Auxois	Formations du Lias (argile et quelques niveaux de calcaires) ; élevage
64	Calcaires du Nivernais	Calcaires ; grandes cultures
176	Bourbonnais	Formations tertiaires et quaternaires (sables et argile) ; élevage
537	Bazois	Formations du Lias et du Trias (argile et quelques niveaux de calcaire) ; élevage
536	Vézélien-Terre Plaine	Formations du Lias et du Dogger (argile et calcaire) ; élevage et cultures
64	Plateaux du Nivernais	Calcaires du Jurassique recouverts de formations à silex ; la plus grande partie est occupée par des forêts, le reste par des prairies et quelques cultures
77	Châtillonnais	Calcaires du Jurassique au nord de la ligne de partage des eaux Seine/Saône, à l'est de l'Armançon et au sud de Châtillon-sur-Seine ; la plus grande partie est occupée par des forêts, le reste surtout par des cultures
72	Nord-Châtillonnais	Calcaires du Jurassique à l'est de l'Armançon et au nord de Châtillon-sur-Seine ; la plus grande partie est occupée par des forêts, le reste surtout par des cultures

Tabl. 8 - Zones hydrogéologiques de la région Bourgogne (suite).

71	Plateau de Noyers	Calcaires du Jurassique à l'ouest de l'Armançon et au nord de Clamecy ; grandes cultures
64	Forterre	Calcaires du Jurassique drainés par la source de Druyes-les-Belles-Fontaines ; grandes cultures
540 e	Côte chalonnaise	Calcaires et marnes en compartiments limités par des failles ; forêts, cultures et vignes
77, 98b, c, d, e, 99a, b, 513	Nord-Dijonnais	Calcaires du Jurassique ; grandes cultures
100a, b, c, d, 98a	Côte dijonnaise et arrière Côte	Calcaires du Jurassique en compartiments limités par des failles ; la plus grande partie est couverte de forêts, le reste par des prairies, quelques cultures et des vignes

Concernant le découpage de la région Bourgogne en bassins versants, la FRDONC-SRPV, en relation avec la DIREN et le BRGM, a adapté le découpage établi par les Agences de l'eau, en agrégeant les bassins élémentaires en bassins versants d'ordre supérieur. Le tableau 9 donne la liste des bassins versants ainsi retenus.

Tabl. 9 - Bassins versants de la région Bourgogne.

N° des BV (numérotation des Agences de l'eau)	Nom complet des bassins versants
F00	la Seine à l'amont du Brevon et le Brevon
F01	la Seine à l'aval du Brevon
F02	la Laigne
F04	l'Ource
F10	l'Aube
F30	l'Yonne à l'amont de la Cure
F31	la Cure
F32	l'Yonne à l'aval de la Cure et à l'amont de l'Armançon (dont le Serein et le Ru de Bauche)
F33	l'Armançon à l'amont de la Brenne et la Brenne
F34	l'Armançon à l'aval de la Brenne
F35	l'Yonne à l'aval de l'Armançon (dont la Vanne)
F41	le Loing à l'amont de l'Ouanne et l'Ouanne
F42	la Clairis et le Betz (affluents du Loing)
F43	le Lunain et l'Orvanne (affluents du Loing)
K10	le Sornin à l'amont du Bezo et le Bezo

Tabl. 9 - Bassins versants de la région Bourgogne (suite).

K11	la Loire à l'aval du Sornin et à l'amont de l'Arroux
K12	l'Arroux à l'amont du Méchet et le Méchet
K13	l'Arroux à l'aval du Méchet
K14	la Loire à l'aval de l'Arroux et à l'amont de la Besbre
K16	la Loire à l'aval de la Besbre et à l'amont de la Cressonne et la Cressonne
K17	la Loire à l'aval de la Cressonne et à l'amont de l'Acolin (dont l'Aron)
K18	l'Acolin
K19	la Loire à l'aval de l'Acolin et à l'amont de l'Allier (dont la Nièvre et l'Yèvre)
K35	l'Allier à l'amont du ruisseau de Beaumont
K36	l'Allier à l'aval du ruisseau de Beaumont
K40	la Loire à l'aval de l'Allier et à l'amont du Nohain et le Nohain
K41	la Loire à l'aval du Nohain
U09	la Vingeanne
U11	entre Vingeanne et Tille
U12	la Tille
U13	l'Ouche
U14	la Saône à l'aval de l'Ouche et à l'amont de la Dheune (dont la Vouge)
U27	le Doubs
U30	la Dheune (dont le Meuzin)
U31	la Saône à l'aval de la Dheune et à l'amont de la Grosne
U32	la Grosne
U33	la Saône à l'aval du Doubs et à l'amont de la Seille
U34	la Seille et la Saône à l'aval de la Seille et à l'amont de la Reyssouze
U41	la Saône à l'aval de la Reyssouze et à l'amont de la petite Grosne (dont la Mouge)
U43	la Saône à l'aval de la petite Grosne et la petite Grosne

Les limites de ces zones, que ce soient celles des zones hydrogéologiques ou celles des bassins versants, sont des limites naturelles (contacts géologiques, lignes de partage des eaux, etc...) et en général ne correspondent pas avec des limites de communes. Aussi, pour utiliser ce découpage, la FRDONC-SRPV a été amenée à ajuster les limites de ces zones avec les limites administratives des communes. En effet, les occupations agricoles du sol, dans le cadre de cette opération, ont été définies à l'échelle communale (carte 1 et carte 2). Dans ces conditions, une commune ne devait appartenir qu'à une seule zone à la fois et il fallait donc faire un choix pour les communes situées en bordure de zone. La FRDONC-SRPV a pris en compte le pourcentage de surface sur chaque zone et la répartition des différentes occupations du sol. Dans le cas d'une commune répartie pour moitié sur deux zones, Z1 et Z2, avec sur la zone Z1 uniquement de la forêt et sur la

zone Z2 des cultures, celle-ci a été intégrée à la zone Z2. En effet, sur la zone Z1, l'impact phytosanitaire est négligeable, la typologie phytosanitaire de la commune s'exprimant principalement par sa partie appartenant à la zone Z2.

Les cartes des figures 2 et 3 donnent les deux zonages de la région Bourgogne, zones hydrogéologiques et bassins versants, avec les limites réelles (limites naturelles) sous forme de contours et les limites ajustées aux communes traduites par le coloriage différencié des communes.

9.2. CHOIX DES SECTEURS PRIORITAIRES

Une fois les cartes d'aléa de pollution des eaux par les produits phytosanitaires réalisées, l'objectif de l'opération - mise en place d'un réseau de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux - nécessite de choisir des secteurs prioritaires pour l'implantation des points du futur réseau.

Le choix de secteurs prioritaires a d'abord nécessité le classement des zones définies au paragraphe précédent - zones hydrogéologiques pour les eaux souterraines et bassins versants pour les eaux de surface - en trois niveaux de priorité en fonction de l'aléa moyen sur l'ensemble de chaque zone suivant les valeurs ci-dessous :

- priorité 1 : zones d'aléa moyen de 7,
- priorité 2 : zones d'aléa moyen de 5 ou 6,
- priorité 3 : zones d'aléa moyen de 2, 3 ou 4.

Il a alors été convenu, pour le futur réseau de suivi, d'attribuer un (ou deux) point(s) de mesure à chaque zone classée en priorité 1, puis des points complémentaires à certaines zones de priorité 2 en fonction de problématiques particulières, enfin et exceptionnellement, un point pour quelques zones de priorité 3.

Par ailleurs, il avait été convenu au cours des différents comités de pilotage de l'opération, que l'ordre de grandeur du nombre de points du futur réseau serait d'environ

- 30 points pour le suivi des eaux souterraines,
- 15 à 20 points pour le suivi des eaux de surface.

Enfin, dans chaque zone devant recevoir un ou plusieurs points ont été définis les secteurs prioritaires suivant le souhait des Ministères chargés de l'environnement et de l'agriculture. Chaque secteur prioritaire est occupé en totalité par une problématique particulière, aussi bien vis-à-vis du milieu (zone d'aquifère très vulnérable ou zone à forte aptitude au ruissellement) que vis-à-vis des systèmes cultureux (système céréalier à betteraves, système céréalier légumier, monoculture de la vigne, etc.).

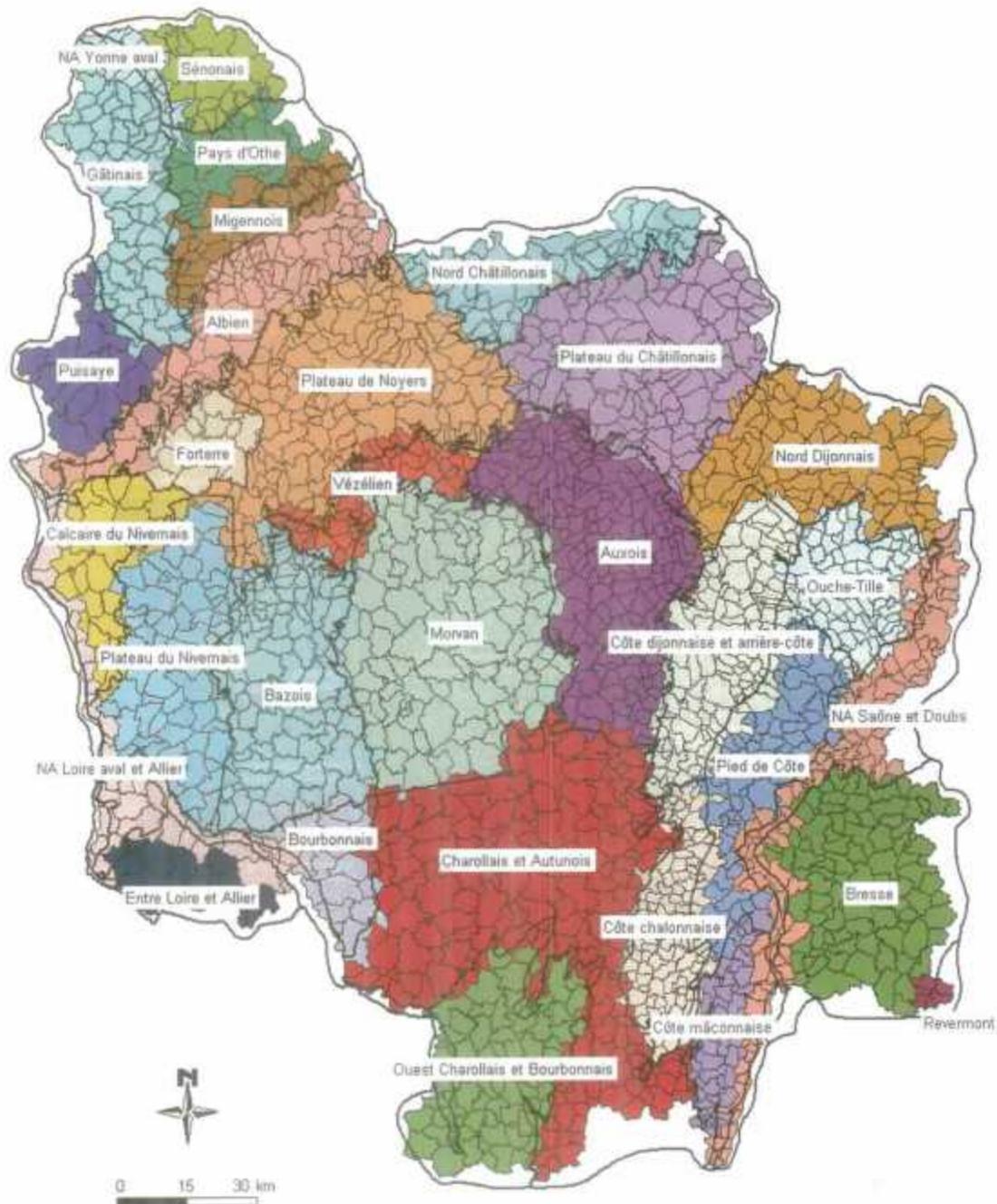


Fig. 2 - Carte des zones hydrogéologiques de la région Bourgogne.

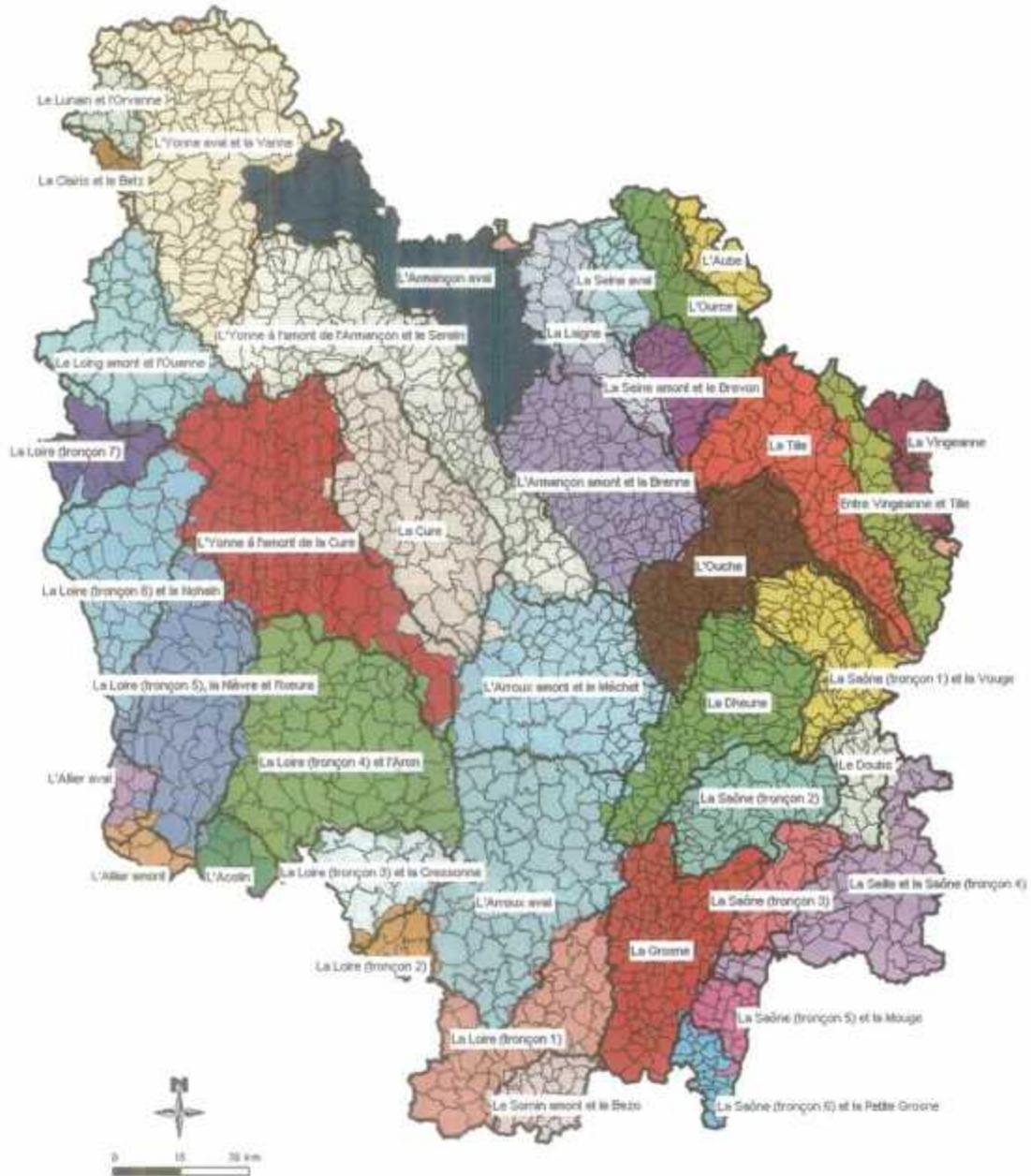


Fig. 3 - Carte des bassins versants de la région Bourgogne.

Les points du futur réseau seront choisis dans ces secteurs prioritaires. Ceux-ci constituent donc, en quelque sorte, un pré-choix de points.

Compte tenu de l'échelle communale à laquelle ont été réalisées les cartes des systèmes culturaux, les limites des secteurs prioritaires seront des limites communales et ceux-ci seront donc constitués de groupements de communes.

9.2.1. Secteurs prioritaires pour les eaux souterraines

Le tableau 10 donne le classement des zones hydrogéologiques de Bourgogne par niveau de priorité. Il indique aussi le nombre de points proposés pour chaque zone.

Tabl. 10 - Niveau de priorité des zones hydrogéologiques.

Systeme(s) aquifère(s) d'appartenance	nom de la zone hydrogéologique	niveau de priorité de la zone	nombre de points à choisir
95	Revermont	3	-
104a	Bresse	2	-
540 e	Côte mâconnaise	1	1
174c, d,e, f, g	Pied de Côte	2	1 ? (nappe prof. ?)
174a, b, 99g, h	Ouche-Tille	1	1
101a, 102, 104 ^e , 104d, 174h, 540a, 540b, 540c,	Nappe alluviale de la Saône et du Doubs	1	2
33, 510	Albien	2	-
29, 31	Nappe alluviale de l'Yonne à l'aval de Sens	1	1
29	Sénonais	1	1
30	Pays d'Othe	2	1
31	Gâtinais	1	1 (ou 2)
30, 31	Migennois	1	1 (ou 2)
32	Puisaye	2	1
602, 679	Morvan	3	-

Tabl. 10 - Niveau de priorité des zones hydrogéologiques (suite).

106, 105, 602, 673, 674	Charollais et Autunois	3	-
175, 540klm	Ouest-Charollais et Bourbonnais	3	1
64u, 308def	Nappe alluviale de la Loire et de l'Allier	2	1
538	Entre Loire et Allier	3	-
536	Auxois	2	-
64	Calcaires du Nivernais	1	1 (ou 2)
176	Bourbonnais	3	-
537	Bazois	3	1
536	Vézélien-Terre Plaine	3	-
64	Plateaux du Nivernais	2	-
77	Châtillonnais	1	1
72	Nord-Châtillonnais	2	1
71	Plateau de Noyers	1	2
64	Forterre	1	1
540 e	Côte chalonnaise	2	-
77, 98bcde, 99ab, 513	Nord-Dijonnais	1	1
100abcd, 98a	Côte dijonnaise et arrière Côte	1	2

La liste des secteurs prioritaires pour le suivi des eaux souterraines est donnée par le tableau 11. Ce tableau indique aussi la problématique que vise chaque secteur prioritaire (aquifère et système cultural ciblés). La localisation des secteurs prioritaires pour les eaux souterraines est donnée par la carte de la figure 4 ; cette figure donne aussi le niveau de priorité des zones hydrogéologiques.

Tabl. 11 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux souterraines.

n° du secteur	départ.	zone hydrogéologique d'appartenance	niveau d'aléa	aquifère ciblé	système cultural ciblé	nombre de points à choisir et observations
1	89	nappe alluviale de l'Yonne aval	7, 8	nappe alluviale de l'Yonne	24-25-26 (betteraves)	1
2	89	Gâtinais	7, 8	nappe de la craie localement recouverte de formations superficielles	24-25-26 (betteraves)	1 (ou 2)
3	89	Pays d'Othe	7	nappe de la craie localement recouverte de formations superficielles	herbages minoritaires et céréales ou maïs, localement pois ou betteraves	1 (une des sources captées par la Ville de Paris)
4	89	Sénonais	7	nappe de la craie	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec betteraves	1
5	89	Migennois	7, 8	nappe de la craie	25-26 (betteraves)	1 ou 2 (au Nord et au Sud de la vallée de l'Yonne)
6	89	plateau de Noyers	7	aquifères supportant les vignes (essentiellement le Kimméridgien)	vigne	1
7	89	Forterre	7	nappe des calcaires du Jurassique supérieur	herbages minoritaires et céréales ou maïs	1 (la source de Druyes)
8	89	plateau de Noyers	7	nappe des calcaires du Jurassique supérieur	herbages minoritaires et céréales ou maïs, localement pois ou betteraves	1
9	21	plateau du Châtillonnais	7	nappe des calcaires du Jurassique supérieur	herbages minoritaires et céréales ou maïs, localement betteraves	1

Tabl. 11 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux souterraines (suite).

10	21	plateau du Châtillonnais	6, qqf 7	nappe des calcaires du Jurassique supérieur	herbages minoritaires et céréales ou maïs, localement betteraves	-
11	21	Nord Dijonnais	7	nappe des calcaires du Jurassique	herbages minoritaires et céréales ou maïs, localement betteraves	1
12	21	Côte dijonnaise et Arrière-Côte	6, 7	nappe des calcaires du Jurassique	herbages minoritaires et céréales ou maïs, localement betteraves (zone fortement boisée)	1
13	21	Côte dijonnaise et Arrière-Côte	8	aquifères supportant les vignes (essentiellement les calcaires du Jurassique)	vigne	1
14	21	Ouche-Tille	7, 8	aquifères des graviers plioquaternaires	26-27-28-29 (cultures légumières, betteraves)	1 (à choisir dans le bassin de la Bièvre)
15	21, 71	nappe alluviale de la Saône et du Doubs	7	nappe alluviale de la Saône et du Doubs	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec soja	1
16	71	Côte mâconnaise	6 à 8	zone hétérogène	vigne	1 (la source de Bissy-la-Mâconnaise)
17	71	nappe alluviale de la Saône et du Doubs	5 à 7	nappe alluviale de la Saône	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec soja, localement herbages majoritaires	1
18	58	nappe alluviale de la Loire et de l'Allier	6	nappe alluviale de la Loire	herbages minoritaires et céréales ou maïs	-

Tabl. 11 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux souterraines (suite).

19	58	nappe alluviale de la Loire et de l'Allier	7, 8	aquifères supportant les vignes (essentiellement Crétacé et Tertiaire)	vigne	1
20	58	calcaires du Nivernais	7	nappes des calcaires du Jurassique supérieur	herbages minoritaires et céréales ou maïs, localement pois	1
21	58	plateaux du Nivernais	5	nappes des calcaires du Jurassique supérieur	herbages majoritaires et céréales ou maïs	-
22	58	Bazois	4, 5	niveaux calcaires dans les marnes du Lias	herbages majoritaires et céréales ou maïs	1
23	58	nappe alluviale de la Loire et de l'Allier	4 à 6	nappe alluviale de la Loire	herbages minoritaires et céréales ou maïs	-
24	58	Vézélien	5, 6	nappe des calcaires du Dogger	herbages majoritaires, localement minoritaires, et céréales ou maïs	-
25	58	calcaires du Nivernais	6	nappe de calcaires du Jurassique supérieur	herbages minoritaires, localement majoritaires, et céréales ou maïs	1
26	58	plateau de Noyers	5, 6	nappe des calcaires du dogger	herbages minoritaires, localement majoritaires, et céréales ou maïs	-
27	21	Auxois	4 à 6	niveaux calcaires dans les marnes du Lias	herbages majoritaires, localement minoritaires, et céréales ou maïs	-

Tabl. 11 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux souterraines (suite).

28	21	Auxois	3 à 6	aquifère des calcaires bajociens en buttes témoins	herbages minoritaires, localement majoritaires, et céréales ou maïs	-
29	71	Morvan	3	aquifères du socle (arènes granitiques)	produits utilisés en sylviculture	-
30	71	Ouest Charollais et Bourbonnais	4, 5	aquifère des calcaires du Dogger et alluvions de la Loire	herbages majoritaires, localement exclusifs, et céréales ou maïs	1
31	89	Puisaye	7	aquifère de la craie	herbages minoritaires et céréales ou maïs	1
32	89	Nord Châtillonnais	7	aquifère des calcaires du Jurassique supérieur	herbages minoritaires et céréales ou maïs	1

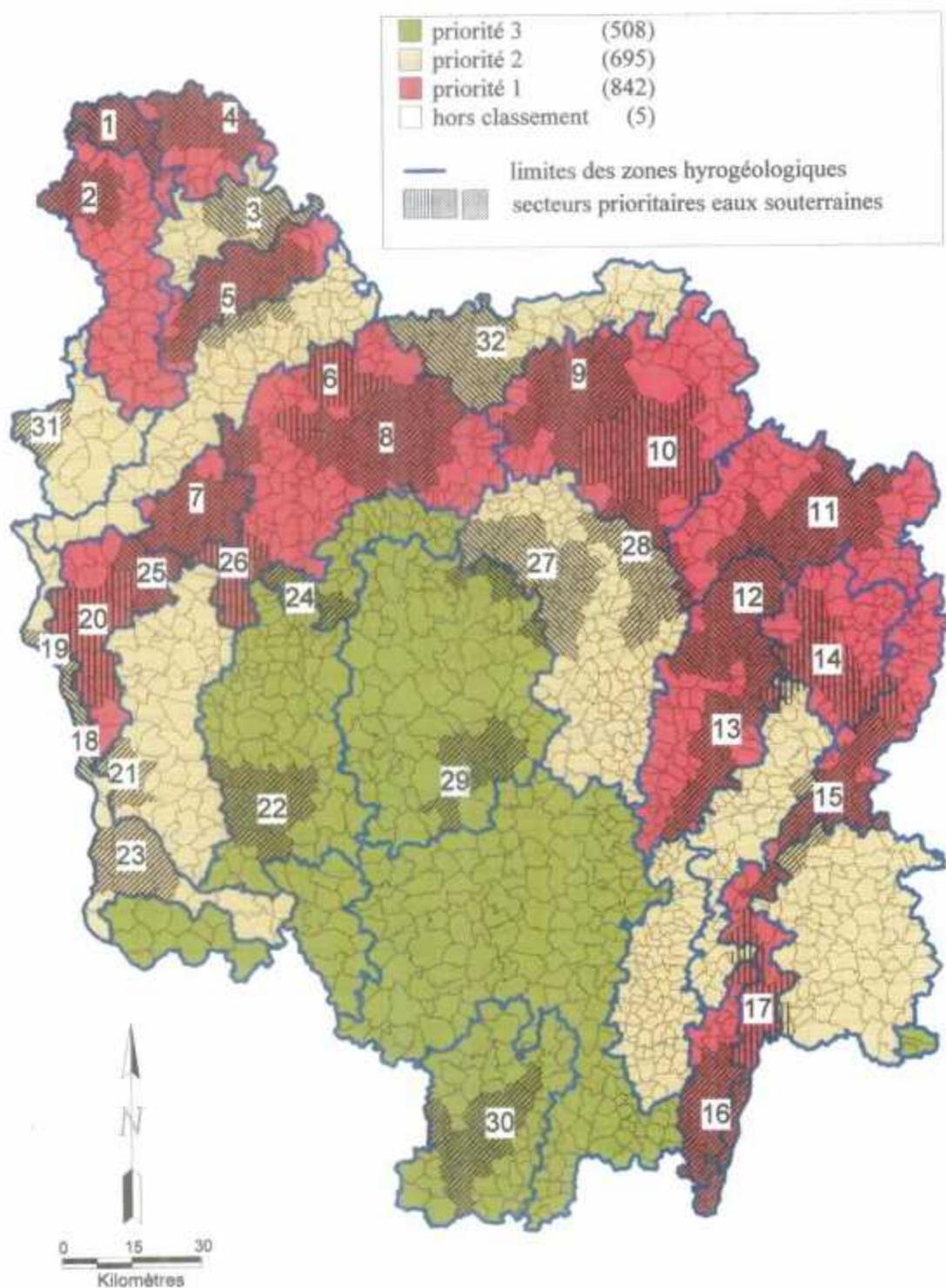


Fig. 4 - Niveau de priorité des zones hydrogéologiques et localisation des secteurs prioritaires pour le suivi des eaux souterraines.

9.2.2. Secteurs prioritaires pour les eaux de surface

Le tableau 12 donne le classement des bassins versants de Bourgogne par niveau de priorité. Il indique aussi le nombre de points proposés pour chaque bassin versant.

Tabl. 12 - Niveau de priorité des bassins versants.

N° des BV (numérotation des Agences de l'eau)	Nom complet des bassins versants	niveau de priorité du bassin versant	nombre de points à choisir
F00	La Seine à l'amont du Brevon et le Brevon	2	-
F01	La Seine à l'aval du Brevon	2	-
F02	La Laigne	2	-
F04	l'Ource	2	-
F10	l'Aube	2	-
F30	l'Yonne à l'amont de la Cure	3	-
F31	La Cure	3	-
F32	l'Yonne à l'aval de la Cure et à l'amont de l'Armançon (dont le Serein et le Ru de Bauche)	2	2
F33	l'Armançon à l'amont de la Brenne et la Brenne	2	1
F34	l'Armançon à l'aval de la Brenne	2	1
F35	l'Yonne à l'aval de l'Armançon (dont la Vanne)	2	-
F41	Le Loing à l'amont de l'Ouanne et l'Ouanne	3	-
F42	La Clairis et le Betz (affluents du Loing)	3	-
F43	Le Lunain et l'Orvanne (affluents du Loing)	2	-
K10	Le Sornin à l'amont du Bezo et le Bezo	3	-
K11	La Loire à l'aval du Sornin et à l'amont de l'Arroux	3	-
K12	l'Arroux à l'amont du Méchet et le Méchet	3	-
K13	l'Arroux à l'aval du Méchet	3	-
K14	La Loire à l'aval de l'Arroux et à l'amont de la Besbre	3	-
K16	La Loire à l'aval de la Besbre et à l'amont de la Cressonne et la Cressonne	3	-
K17	La Loire à l'aval de la Cressonne et à l'amont de l'Acolin (dont l'Aron)	2	1
K18	l'Acolin	3	-
K19	La Loire à l'aval de l'Acolin et à l'amont de l'Allier (dont la Nièvre et l'Yèvre)	2	-
K35	l'Allier à l'amont du ruisseau de Beaumont	3	-
K36	l'Allier à l'aval du ruisseau de Beaumont	3	-
K40	La Loire à l'aval de l'Allier et à l'amont du Nohain et le Nohain	2	2

Tabl. 12 - Niveau de priorité des bassins versants (suite).

K41	La Loire à l'aval du Nohain	2	-
U09	La Vingeanne	3	-
U11	Entre Vingeanne et Tille	2	-
U12	La Tille	2	1
U13	l'Ouche	1	2
U14	La Saône à l'aval de l'Ouche et à l'amont de la Dheune (dont la Vouge)	1	1
U27	Le Doubs	2	1
U30	La Dheune (dont le Meuzin)	1	1
U31	La Saône à l'aval de la Dheune et à l'amont de la Grosne	2	-
U32	La Grosne	3	-
U33	La Saône à l'aval du Doubs et à l'amont de la Seille	2	-
U34	La Seille et la Saône à l'aval de la Seille et à l'amont de la Reyssouze	2	1
U41	La Saône à l'aval de la Reyssouze et à l'amont de la petite Grosne (dont la Mouge)	1	1
U43	La Saône à l'aval de la petite Grosne et la petite Grosne	1	1

La liste des secteurs prioritaires pour le suivi des eaux de surface est donnée par le tableau 13. Ce tableau indique aussi la problématique correspondant à chacun d'eux (cours d'eau, ou groupe de cours d'eau, et système cultural ciblés). La localisation des secteurs prioritaires pour les eaux de surface est donnée par la figure 5 ; cette figure donne aussi le niveau de priorité des bassins versants.

Tabl. 13 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux de surface.

n° du secteur	départ.	bassin versant d'appartenance	niveau d'aléa	cours d'eau ou groupe de cours d'eau ciblés	système cultural ciblé	nombre de points à choisir et observations
1	89	Yonne à l'amont de l'Armançon et le Serein	5 à 8	le Serein	vignes	2 (2 points sur le Serein, 1 à l'amont des vignes et 1 à l'aval)
2	89	Loing amont et l'Ouaine	4, 5	le Loing et affluents	herbages minoritaires ou majoritaires et céréales ou maïs	-

Tabl. 13 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux de surface (suite).

3	89	Yonne aval et la Vanne	5 à 7	le Tholon, le Ravillon et affluents	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec betteraves et, localement, pois	1
4	89	l'Armançon aval	5 à 8	le Créanton et affluents	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec betteraves et, localement, pois	1
5	89	Loing amont et l'Ouanne	4, 5	l'Ouanne et affluents	herbages majoritaires ou minoritaires et céréales ou maïs	-
6	89	Yonne à l'amont de l'Armançon et le Serein	5 à 7	le Ru de Baulche et affluents	herbages minoritaires et céréales ou maïs, localement avec pois ou betteraves	-
7	89	le Lunain et l'Orvanne	5, 6	le Lunain	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec betteraves	-
8	21	la Seine aval	4, 5	affluents de la Seine	herbages minoritaires et céréales ou maïs	-
8 prime	21	la Laigne	4, 5	affluents de la laigne	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec, localement, pois ou betteraves	-
9	21	la Tille	5 à 8	la Tille et affluents	25-26-27-28-29 (betteraves, cultures légumières)	1
10	21	la Dheune	8	petits cours d'eau descendant de l'Arrière Côte	vignes	1

Tabl. 13 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux de surface (suite).

11	21	la Saône (tronçon 1) et la Vouge	5 à 8	affluents rive gauche de la Vouge	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec betteraves et cultures légumières, localement soja	1 (sur la Bièvre)
12	71	la Seille et la Saône (tronçon 4)	5, 6	affluents, plutôt en rive droite, de la Seille	herbages minoritaires, localement majoritaires, et céréales ou maïs avec, localement, soja	1
13	71	le Doubs	5, 6	la Chartelle, la Guyotte et affluents	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec soja	1
14	71	la Saône (tronçon 4, 5 et 6)	8	cours d'eau descendant de la Côte maconnaise	vignes	2
15	58	la Loire (tronçon 6) et le Nohain	8	cours d'eau ayant la plus grande partie de leur cours sur les deux communes concernées	vignes	1
16	58	la Loire (tronçon 6) et le Nohain	4, 5	le Nohain et affluents	herbages minoritaires et céréales ou maïs, localement avec betteraves ou pois	1
17	58	la Loire (tronçon 5), la Nièvre et l'Xeuve	4, 5	affluents rive gauche de la Loire entre Chevenon et Fleury-sur-Loire	herbages minoritaires, localement majoritaires, et céréales ou maïs	-
18	58	la Loire (tronçon 4) et l'Aron	4, 5	l'Andarge, la Canne et affluents	herbages majoritaires et céréales ou maïs	1
19	71	la Saône (tronçon 2)	5, 6	affluents rive droite de la Saône entre Allerey et Saint-Loup-de-Varennes	herbages minoritaires et céréales ou maïs avec, localement, soja	-

Tabl. 13 - Secteurs prioritaires pour le suivi des eaux de surface (suite).

20	71	l'Arroux amont et le Méchet	3 à 5	la Celle et affluents à l'amont de Monthelon	produits utilisés en sylviculture	-
21	71	le Sornin amont et le Bezo	3 à 5	le Sornin et affluents	herbages majoritaires à exclusifs et céréales ou maïs	-
22	21	l'Armançon amont et la Brenne	4 à 6	la Brenne et affluents	herbages majoritaires et céréales ou maïs	1
23	21	l'Ouche	6	l'Ouche	agglomération dijonnaise	2 (2 points sur l'Ouche, 1 à l'amont de Dijon et 1 à l'aval)

9.2.3. Remarques concernant le fonctionnement du futur réseau régional de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux

Outre la liste des différentes molécules qui devront être recherchées sur les points du réseau en fonction du contexte (zone hydrogéologique ou bassin versant d'appartenance, environnement, système cultural, etc.), listes fournies en annexe, il convient de proposer des fréquences d'analyses.

a) Réseau de suivi des eaux souterraines

En ce qui concerne la fréquence des prélèvements pour recherche des différents produits phytosanitaires dans les eaux souterraines, les fréquences ont été définies comme suit lors des différents comités de pilotage de l'opération :

- 4 prélèvements par an pour les eaux souterraines en aquifère libre non karstique ou en aquifère captif,
- 6 prélèvements par an pour les eaux souterraines en aquifère karstique.

Ces fréquences de prélèvements permettront de mettre en évidence les teneurs de fond des différents produits phytosanitaires dans les eaux souterraines. Par contre elles ne représentent qu'un moyen terme entre les contraintes financières et la mise en évidence des pics de pollutions. Ceux-ci dépendent davantage des épisodes de fortes pluies efficaces (occurrences aléatoires) que des périodes d'épandage (occurrences prévisibles).

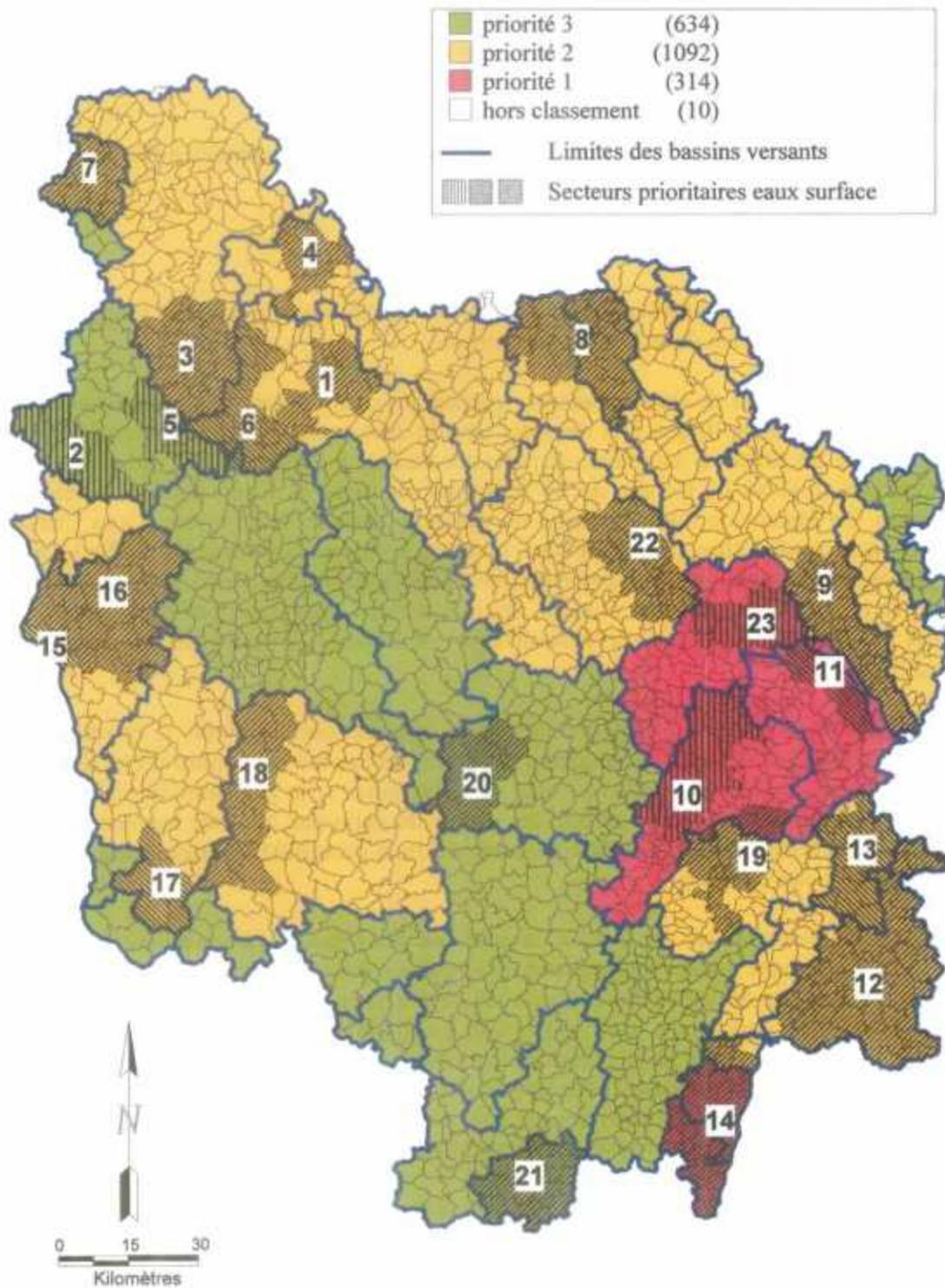


Fig. 5 - Niveau de priorité des bassins versants et localisation des secteurs prioritaires pour le suivi des eaux de surface.

Les chances de mettre en évidence des pics de pollution pourraient être augmentées en effectuant la plupart des prélèvements, 3 sur 4 pour les aquifères non karstiques et 4 sur 6 pour les aquifères karstiques, en saisons de recharge, c'est-à-dire entre novembre et avril inclus.

La proposition de points pour le suivi des eaux souterraines est donnée à l'annexe 5.

b) Réseau de suivi des eaux de surface

Une fréquence de 12 prélèvements par an est un minimum pour la recherche des produits phytosanitaires dans les eaux de surface.

Il convient cependant de faire remarquer que sur les cours d'eau, l'eau de ruissellement n'est présente dans le lit que lors des épisodes de crue (montée, pointe, décrue), sur les cours d'eau de faible à moyenne importance (bassins versants de l'ordre de 100 à 200 km² de surface) de l'ordre de 50 jours par an répartis d'une manière totalement aléatoire. Le restant de l'année, seule est présente dans le lit du cours d'eau l'eau de provenance souterraine (drainage des nappes, sources, suintements diffus). Avec 12 prélèvements par an, soit un par mois, les chances de tomber en périodes de crues ne sont pas très élevées ; on peut évaluer, statistiquement, que 2 à 4 prélèvements sur 12 seront faits en période de crue et mettront donc en évidence les produits transitant par le ruissellement.

Il sera de toute façon indispensable, pour chaque prélèvement, d'examiner les limnigrammes des stations de jaugeage les plus proches sur des cours d'eau de nature voisine (taille des bassins versants) afin de déterminer si le prélèvement a été fait en période de crue ou non. Dans ce but, les points de suivi des eaux de surface proposés doivent être choisis, autant que faire ce peut, sur ou à proximité de stations de jaugeage limnigraphiques existantes.

Avec 12 prélèvements par an, la mise en évidence des produits phytosanitaires entraînés par le ruissellement pourra malgré tout être réalisée par comparaisons statistiques des résultats du réseau des eaux de surface avec celui des eaux souterraines. Comme toute étude statistique cependant, une telle mise en évidence nécessitera au moins 3 ou 4 années de suivi. Afin de permettre de telles comparaisons, le choix de points proposés en annexe 5 comporte plusieurs couples point d'eau souterraine/point d'eau de surface, c'est-à-dire qu'à un point de suivi des eaux souterraines est associé un point de suivi des eaux de surface sur le même bassin d'alimentation.

La proposition de points pour le suivi des eaux de surface est donnée à l'annexe 5.

c) Bassins expérimentaux

L'outil de choix pour la mise en évidence précise (quantitative et qualitative) des entraînements de produits phytosanitaires reste l'équipement de bassins versants expérimentaux. De tels bassins sélectionnés sur 3 ou 4 zones représentatives des contextes les plus significatifs de la région vis-à-vis des conditions naturelles (vulnérabilité des aquifères, aptitude au ruissellement) et des conditions culturales permettraient de faire des bilans d'entraînement des différents produits par infiltration vers les nappes ou par ruissellement. Après mise en évidence de l'état initial (une année de mesures), la mise en œuvre de modifications des pratiques culturales permettrait d'observer précisément leur impact sur l'amélioration de la qualité de l'eau.

L'équipement minimal pour de tels bassins expérimentaux serait le suivant :

- un pluviomètre,
- une station de jaugeage limnigraphique sur cours d'eau, accompagnée d'un préleveur automatique,
- deux ou trois piézomètres équipés d'enregistreurs de niveaux,
- le cas échéant, une source équipée d'une station de jaugeage limnigraphique.

Les prélèvements sur le cours d'eau seraient de fréquence hebdomadaire. Sur les piézomètres et la source, les prélèvements pourraient n'avoir lieu qu'une fois tous les quinze jours.

Un tel bassin a déjà été équipé en Bourgogne pour le contexte viticole, à Bissy-la-Mâconnaise (Saône-et-Loire). Des bassins expérimentaux en contexte de cultures céréalières et élevage existent en Lorraine où ils sont gérés par la station INRA de Mirecourt (Vosges) et sont actuellement orientés sur la pollution par les nitrates.

Une solution plus légère consisterait à sélectionner par périodes d'une ou deux années, un ou deux points du réseau sur lesquels les prélèvements seraient effectués chaque semaine. Ceci permettrait, en quelque sorte, d'étalonner le réseau, du point de vue des fréquence – les mécanismes déterminant les pointes de teneurs seraient mieux cernés - et du point de vue des produits à analyser.

10. Conclusions

- Cette étude a permis
- de mettre en évidence les différentes zones d'aléa de pollution des eaux, tant souterraines que de surface, par les produits phytosanitaires d'origine agricole ;
 - de déterminer les secteurs prioritaires pour l'implantation des points du futur réseau régional (un choix de points précis est donné en ann. 5).

Par les nombreuses cartes produites, elle permettra de contribuer à l'interprétation des résultats des analyses et de vérifier si la méthodologie, en matière de systèmes culturaux pénalisants, par exemple, ou de vulnérabilité des aquifères, est conforme aux résultats.

Elle a par ailleurs montré qu'en Bourgogne, si l'aléa des eaux de surface est relativement modéré, il n'en est pas de même pour l'aléa des eaux souterraines qui, au contraire, est important sur une grande partie de la région du fait de systèmes culturaux pénalisants implantés sur des zones de forte vulnérabilité des eaux souterraines, notamment dans les départements de l'Yonne et de la Côte-d'Or.

Par sa réalisation à l'aide d'un système d'information géographique (SIG), ce travail offre pour l'ensemble de la région, grâce aux cartes d'aléa de pollution et aux cartes intermédiaires produites, une synthèse touchant des niveaux d'informations qui pourront être rapidement intégrés à d'autres synthèses ou inventaires cartographiques numérisés. Ainsi, outre son objectif principal, la mise en place d'un réseau régional de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines et de surface, le travail produit peut être utilisé en tant que niveaux d'informations SIG dans le cadre d'études régionales ou départementales portant, par exemple, sur :

- les risques d'érosion dus au ruissellement,
- ou bien sur les pollutions potentielles des sites industriels, des installations classées ou des voies de transports.

D'une manière plus générale, il peut constituer un des volets d'un système de gestion des eaux.

Avant toute autre utilisation il importe cependant de préciser ses limites qui portent sur trois points :

- son échelle, 1/250 000 (et 1/100 000 pour l'aptitude au ruissellement), en fait un document régional ou départemental ; une utilisation pour un plus grand niveau de détail (canton ou commune) sans analyse au cas par cas se prêterait à des interprétations erronées ;
- les cartes d'aléa et les points choisis concernent essentiellement la pollution par les produits phytosanitaires d'origine agricole et non les produits phytosanitaires utilisés sur les zones urbaines, de voies de transports et forestières ;

- enfin il ne prend pas en compte le rôle de répartiteur du sol entre molécules fixées puis dégradées sans être entraînées, molécules fixées puis libérées pour l'infiltration vers les eaux souterraines, molécules non fixées et entraînées par le ruissellement ; cet aspect est actuellement au stade de la recherche.

Enfin, bien qu'étudié, nous n'avons pas été en mesure de cartographier l'impact lié aux zones urbaines et aux forêts, la limite majeure étant notre difficulté à hiérarchiser l'aléa de pollution au sein de ces zones à l'échelle de la région Bourgogne.

Bibliographie

- Agence de l'eau Seine-Normandie (1998) - L'atrazine dans les eaux souterraines du bassin Seine-Normandie, plaquette, 4 p., 5 cartes.
- BRGM (1996-1997) - Schémas départementaux des carrières. Rapports manuscrits et cartes à 1/100 000 diffusées pour la mise à l'enquête publique.
- Collectif BRGM (1987) - Utilisation des nappes d'eau souterraine comme source froide des pompes à chaleur. Livret guide et une carte à 1/250 000, 25 p. ADEME, Conseil régional Champagne-Ardenne, EDF BRGM éditeurs.
- Combe J., Naffrichoux F. (1998) - Substances actives phytosanitaires à rechercher prioritairement dans les eaux de la région Poitou-Charentes. Document DRAF-SRPV et FREDEC Poitou-Charentes réalisé dans le cadre du Groupe Régional d'Action contre les Pollutions des eaux par les produits phytosanitaires.
- Comité de liaison « eau - produits antiparasitaires » (1995) - Classement des substances actives phytosanitaires en vue de la surveillance de la qualité des eaux à l'échelle nationale.
- Corpen (1999) - Désherbage. Eléments de raisonnement pour une maîtrise des adventices limitant les risques de pollution des eaux par les produits phytosanitaires.
- Garnier J.N. (1997) - Etude de l'effet de la culture de luzerne sur les risques potentiels de contamination des eaux par les produits phytosanitaires dans le bassin de la Moivre. Rap. SRPV Champagne-Ardenne.
- Jeantils S. (2000) - Evolution des risques de contamination des eaux du bassin de la Vouge par les produits phytosanitaires et propositions de solutions pour le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Document DRAF-SRPV et FRDONC Bourgogne.
- Laville P., Garnier J.N., Duermael G., Boizot C., Bastok J., Dacquay Y. (1998) - Réseau de suivi des produits potentiellement polluants dans l'eau souterraine de la région Champagne-Ardenne, cas des produits phytosanitaires. Rap. BRGM R 40242, 17 p., 1 notice, 1 ann., 4 cartes hors-texte, 4 ann. hors-texte.
- Morard V. (1994) - Utilisations agricoles et non agricoles des produits phytosanitaires en Champagne-Ardenne : aspects méthodologiques et incidences des bassins de production. Rapport SRPV Champagne-Ardenne.
- Vey F. (1998) - Eau et produits phytosanitaires : diagnostic et plan d'action pour la reconquête de la qualité de l'eau du captage de Vosne-Romanée (Côte-d'Or). Document DRAF-SRPV Bourgogne.

ANNEXE 1

**Clés de classification des systèmes cultureux
de la région Bourgogne**

CLASSIFICATION DES SYSTÈMES CULTURAUX DE BOURGOGNE

SI SOJA, POIS, BETTERAVES ET/OU CULTURES LEGUMIERES NON NEGLIGEABLES*, passer au

- ◆ SH \geq 95 % classe 01
- ◆ 70 % < SH < 95 %
 - ◇ céréales dominantes :
 - colza + tournesol > maïs classe 02
(colza et/ou tournesol et/ou maïs parfois < 5 %)
 - maïs \geq colza + tournesol classe 03
(colza et/ou tournesol parfois < 5 %)
 - ◇ maïs \geq céréales classe 04
- ◆ 50 % < SH \leq 70 %
 - ◇ céréales dominantes :
 - colza + tournesol > maïs classe 05
(colza et/ou tournesol et/ou maïs parfois < 5 %)
 - maïs \geq colza + tournesol classe 06
(colza et/ou tournesol parfois < 5 %)
 - ◇ maïs \geq céréales classe 07
- ◆ 25 % < SH \leq 50 %
 - ◇ céréales dominantes :
 - colza + tournesol > maïs classe 08
(colza et/ou tournesol et/ou maïs parfois < 5 %)
 - maïs \geq colza + tournesol classe 09
(colza et/ou tournesol parfois < 5 %)
 - ◇ maïs \geq céréales classe 10
- ◆ 10 % < SH \leq 25 %
 - ◇ céréales dominantes :
 - colza + tournesol > maïs classe 11
 - maïs \geq colza + tournesol classe 12
 - ◇ maïs \geq céréales classe 13
- ◆ SH \leq 10 %
 - céréales dominantes :
 - colza + tournesol > maïs classe 14

* non négligeable : \geq 5 %

- maïs \geq colza + tournesol classe 15
(exceptionnellement maïs dominant)

SI POIS, BETTERAVES ET/OU CULTURES LEGUMIERES NON NEGLIGEABLES*,
passer au

◆ 25 % < SH \leq 50 %

◇ céréales dominantes :

- colza + tournesol > maïs
soja \geq 5 % classe 16

- maïs > colza + tournesol
soja \geq 5 % classe 17

◇ maïs \geq céréales

- soja \geq 5 % classe 18

◆ 10 % < SH \leq 25 %

◇ céréales dominantes :

- colza + tournesol > maïs
soja \geq 5 % classe 19

- maïs > colza + tournesol
soja \geq 5 % classe 20
(maïs parfois dominant)

◆ SH \leq 10 %

céréales dominantes

- soja \geq 5 % classe 21

+colza, tournesol, maïs

* non négligeable : \geq 5 %

SI BETTERAVES ET/OU CULTURES LEGUMIERES NON NEGLIGEABLES*,
passer au

- ◆ 10 % < SH ≤ 25 %
céréales dominantes
pois ≥ 5 % classe 22
+ colza, tournesol, maïs, soja
- ◆ SH ≤ 10 %
céréales dominantes
pois ≥ 5 % classe 23
+ colza, tournesol, maïs, soja

SI CULTURES LEGUMIERES NON NEGLIGEABLES*, passer au

- ◆ SH > 10 %
céréales dominantes
betteraves ≥ 5 % classe 24
+ colza, tournesol, maïs, soja
- ◆ SH ≤ 10 %
 - ◇ céréales dominantes
betteraves ≥ 5 % classe 25
+ colza, tournesol, maïs, soja
 - ◇ céréales dominantes
betteraves ≥ 5 %
pois ≥ 5 % classe 26
+ colza, tournesol, maïs, soja

CULTURES LEGUMIERES = maraîchage, légumes de plein champ, oignons (+ cassis dans quelques cas)

- ◆ SH > 10 %
céréales dominantes
cultures légumières ≥ 5 % classe 27
+ colza, tournesol, maïs, soja

◆ SH $\geq 10\%$

✧ céréales dominantes

cultures légumières $\geq 5\%$ classe 28
+ colza, tournesol, maïs, soja

✧ céréales dominantes

cultures légumières $\geq 5\%$
betteraves $\geq 5\%$ classe 29
+ colza, tournesol, maïs, soja

SI VITICULTURE $\geq 95\%$ classe 30

ANNEXE 2

Régionalisation de l'utilisation des matières actives phytosanitaires d'origine agricole

**Après détermination des « hectares types »
par culture significative des communes
de la région Bourgogne**

Sommaire de l'annexe 2

1. INTRODUCTION

2. DÉTERMINATION DES ha-TYPES PAR CULTURE SIGNIFICATIVE

2.1. Méthodologie

2.1.1. Notion d'ha-type

2.1.2. Zones considérées pour l'utilisation de l'ha-type

2.1.3. Cultures prises en compte

2.2. Collecte des données

2.3. Calcul des ha-types par culture significative et par zone d'action des distributeurs

2.3.1. Cultures finalement retenues

2.3.2. Délimitation des zones d'action des distributeurs

2.3.3. Calcul des ha-types

2.3.4. Limites des résultats obtenus

3. ÉTABLISSEMENT DES LISTES DE MATIÈRES ACTIVES UTILISÉES PAR BASSIN VERSANT OU ZONE HYDROGÉOLOGIQUE

4. PERSPECTIVES

1. INTRODUCTION

La régionalisation de l'utilisation des matières actives phytosanitaires vise à identifier, sur une zone donnée, les substances appliquées et à estimer les quantités épandues. Cette approche tient compte de la diversité régionale tant au niveau de la répartition des cultures que des pratiques phytosanitaires. Dans le cas précis, les territoires concernés correspondent aux bassins versants et aux zones hydrogéologiques délimités dans le cadre de la présente étude (chapitre 8 du rapport).

Pour chaque culture significative au niveau communal, nous avons dressé la liste des matières actives utilisées et déterminé les apports moyens par hectare. Ces données ont, par la suite, été croisées avec les surfaces culturales par commune puis agrégées par bassin versant ou zone hydrogéologique.

Ce travail contribue à deux parties de l'étude préalable à la mise en place du réseau de suivi des produits phytosanitaires en Bourgogne, à savoir :

- la définition des niveaux de pression polluante (chapitre 5 du rapport). Cette étape de l'étude a permis, en effet, de déterminer les cultures pénalisantes en fonction des caractéristiques intrinsèques des matières actives utilisées sur chaque culture et des quantités appliquées ;
- l'établissement des listes micro-régionales de substances actives phytosanitaires d'origine agricole prioritaires pour la surveillance de la qualité des eaux en région Bourgogne (ann. 3).

2. DÉTERMINATION DE L'HA-TYPE PAR CULTURE SIGNIFICATIVE

2.1. Méthodologie

2.1.1. Notion d'ha-type

L'étude de régionalisation de l'utilisation des produits phytosanitaires en Bourgogne s'appuie sur le concept d'ha-type. L'« ha-type » est une estimation, par culture, des quantités de produits phytosanitaires qui peuvent être utilisés sur une zone donnée, estimation ramenée quantitativement à l'hectare. Défini pour une culture et une zone donnée, l'ha-type se présente sous la forme d'une liste de matières actives auxquelles sont associées des quantités utilisées, exprimées en g/ha.

Il est important de signaler que l'ha-type n'est pas une dose moyenne appliquée par hectare. En effet, il n'est pas représentatif de ce qu'apporte un agriculteur sur une parcelle mais de ce qu'apporte l'ensemble des agriculteurs d'une zone donnée. Toutes les matières actives énoncées ne sont donc pas forcément utilisées sur un hectare donné de la zone considérée. L'ha-type s'approcherait d'une pratique moyenne dans le cas de matières actives très fréquemment utilisées sur une culture donnée.

L'ha-type est un outil de calcul à utiliser à des échelles spatiales relativement larges. C'est bien le cas dans ce rapport où la finalité de l'ha-type est la détermination des listes de substances actives utilisées par bassin versant ou zone hydrogéologique.

2.1.2. Zones considérées pour l'utilisation de l'ha-type

Afin de connaître les matières actives utilisées par les agriculteurs sur leurs cultures, la méthode retenue a été de s'adresser aux distributeurs de produits phytosanitaires. En effet, l'étude étant effectuée à l'échelle de la région Bourgogne, cela a semblé le moyen le plus fiable : connaître ce qu'utilisent les agriculteurs à partir de ce qu'ils achètent. C'est pourquoi la notion d'ha-type a été appliquée aux zones d'action des distributeurs de produits phytosanitaires, c'est-à-dire les territoires sur lesquels ils vendent leurs produits.

2.1.3. Cultures prises en compte

Les cultures ayant fait l'objet d'un calcul d'ha-type sont les cultures significatives prises en compte dans la définition des systèmes culturaux de la région Bourgogne (chapitre 3 du rapport et annexe 1) et pour lesquelles nous avons calculé les surfaces par commune.

2.2. Collecte des données

L'essentiel des données a été recueilli auprès des principaux distributeurs présents en Bourgogne. La collecte a été réalisée par le biais d'enquêtes, de novembre 1999 à janvier 2000, par rendez-vous ou envoi d'un questionnaire (avec toujours au préalable un contact téléphonique). Les distributeurs nous ont fourni les volumes de produits phytosanitaires vendus sur la campagne culturale 1998-1999 ainsi que les surfaces couvertes pour chaque culture. Les guides de cultures de chaque distributeur ont été étudiés avant enquête, dans le but de pré-remplir les tableaux du questionnaire avec les matières actives commercialisées par chacun et ainsi de faciliter la collecte d'information.

Pour certaines cultures (oignons, betteraves), il nous a fallu étudier les itinéraires techniques et solliciter l'avis de techniciens (Chambres d'agriculture, transformateurs, SRPV, etc.).

2.3. Calcul des ha-types par culture significative et par zone d'action des distributeurs

2.3.1. Cultures finalement retenues

Les cultures considérées sont les suivantes : céréales, colza, tournesol, pois, maïs, soja, betteraves, vignes, oignons. Il est à noter que l'oignon ne constitue pas une culture significative en tant que telle dans la définition des systèmes culturaux. Nous y avons, en effet, considéré les cultures légumières dans leur ensemble : principalement maraîchage, légumes de plein champ et oignons. Ne disposant de données quantitatives relativement fiables uniquement pour l'oignon, nous avons préféré ne pas prendre en compte les autres cultures légumières pour le calcul des ha-types.

2.3.2. Délimitation des zones d'action des distributeurs

La région Bourgogne a été découpée en 22 « zones ha-type » qui, chacune, correspond à une situation particulière par rapport à la distribution de produits phytosanitaires. Une zone ha-type ne correspond pas forcément à la zone d'action d'un seul distributeur : il arrive en effet que les zones d'intervention de différents distributeurs se chevauchent.

Exemple : Zone Z1 : seule présence du distributeur X
Zone Z2 : seule présence du distributeur Y
Zone Z3 : présence des distributeurs X et Y

Les zones ha-types ont été définies d'après les indications des distributeurs et le positionnement de leurs magasins. Pour plus de simplicité, les limites des zones correspondent à des limites communales mais celles-ci ont souvent été définies de façon subjective, les distributeurs n'ayant pas précisé la liste exacte des communes où ils interviennent. Le fait de considérer les limites communales aide notamment au croisement avec les surfaces culturales, obtenues par commune.

La vigne n'a pas été étudiée dans les 22 zones ha-type précédemment annoncées. En effet, pour cette culture, nous avons créé des zones ha-type spécifiques qui correspondent à un département ou à un vignoble : Yonne, Nièvre, Côte-d'Or, nord de la Saône-et-Loire et sud de la Saône-et-Loire.

2.3.3. Calcul des ha-types

Pour les différentes zones définies précédemment, les ha-types ont été déterminés pour chaque type de culture. Pour une zone donnée, l'ha-type du colza se présente de la façon suivante :

Exemple d'ha-type : Z3, Colza

Matière active	Quantité en g/ha
Clomazone	43,77
Metazachlore	264,90
Trifluraline	822,88
Etc.	

La quantité en g/ha, associée à chaque matière active résulte du rapport entre la quantité vendue et la surface de culture couverte par le distributeur. Préalablement à ce calcul, les quantités de matières actives ont été extraites des quantités des spécialités commerciales (données transmises par les distributeurs).

Pour les zones communes à différents distributeurs, nous avons pondéré leur contribution selon leur poids économique relatif.

Les ha-types font l'objet de classeurs EXCEL au sein desquels une feuille correspond à une culture.

Pour la vigne, la même méthode a été utilisée en ce qui concerne le recueil des données et le calcul de l'ha-type pour la Nièvre, le sud et le nord de la Saône-et-Loire ainsi que l'Yonne. Pour la Côte-d'Or, nous avons utilisé les résultats d'une enquête 1998 du SRPV relative à la campagne 1996-1997 (Frédéric Vey, 1998).

Pour une même culture, les disparités observées entre les différents ha-types sont dues aux différences dans les gammes de produits proposées par les distributeurs (notamment pour les insecticides) ou aux disparités régionales dans les pratiques des agriculteurs.

2.3.4. Limites des résultats obtenus

Il faut être prudent quant à la précision des données au sein des ha-types. En nous fournissant leurs chiffres de vente, les distributeurs les ont souvent arrondis. Il en est de même pour les surfaces de cultures qu'ils ont déclaré couvrir. Enfin, certaines données ont fait l'objet d'une estimation d'après les informations peu précises fournies par les distributeurs (insecticides notamment) et les guides des cultures.

3. ÉTABLISSEMENT DES LISTES DE MATIÈRES ACTIVES UTILISÉES PAR BASSIN VERSANT OU ZONE HYDROGÉOLOGIQUE

Ces listes résultent du croisement des ha-types avec les surfaces de culture par commune calculées lors de la définition des systèmes culturaux (chapitre 4 du rapport et annexe 1). Une base de données MICRO-REGION a été développée sous ACCESS afin de permettre l'agrégation, par bassin versant et zone hydrogéologique, de toutes les informations élémentaires, recueillies au niveau communal et par culture.

La base de données permet d'extraire pour chaque bassin versant et zone hydrogéologique une liste de matières actives ainsi que les quantités utilisées, estimées en kg/ha. Elle permet également de renseigner le type d'action de chaque matière active (herbicide, fongicide, insecticide) ainsi que la surface de culture que nous avons

considérée traitée par cette matière active. Si pour une zone donnée, une matière active a été déclarée pour plusieurs cultures (ex. : trifluraline utilisée sur colza et soja), la surface associée à la matière active résulte de la somme des surfaces des différentes cultures (ex. : surface de colza + surface de soja).

Notons enfin que, dans la mesure où seules les principales cultures sont prises en compte (celles pour lesquelles a pu être défini un ha-type), les listes de matières actives sont donc une estimation relativement minimaliste de la situation.

Enfin, il faudra prévoir une actualisation des listes micro-régionales régulière afin de tenir compte de l'évolution des pratiques, de la phytopharmacie et de la réglementation.

4. PERSPECTIVES

Il peut être d'ores et déjà envisagé d'exploiter les ha-types calculés pour cette étude dans d'autres contextes. L'ha-type constitue, en effet, un outil intéressant à utiliser sur des zones étendues, dans le cadre de diagnostics de grands bassins versants par exemple. Il permet, en effet, de donner une idée des produits phytosanitaires appliqués, à partir de la surface des différentes cultures en place. Pour de telles utilisations, des adaptations de la base de données MICRO-REGION seraient tout à fait possibles.

Toutefois, étant donné les limites des résultats obtenus, il ne paraît pas pertinent d'utiliser ces données sur un territoire trop restreint (une commune par exemple) : l'erreur risquerait d'être trop importante par rapport à la surface considérée.

ANNEXE 3

**Etablissement des listes micro-régionales
de substances actives phytosanitaires
d'origine agricole
prioritaires pour la surveillance de la qualité
des eaux en région Bourgogne**

Sommaire de l'annexe 3

1. INTRODUCTION

2. LA MÉTHODE SIRIS

2.1. Présentation générale

2.2. Critères pris en compte dans la méthode SIRIS

2.2.1. Critères relatifs à l'exposition

2.2.1.1. Paramètres physico-chimiques

2.2.1.2. Paramètres d'utilisation

2.2.1.3. Classes définies pour les paramètres liés à l'exposition

2.2.2. Critères relatifs aux effets

2.2.2.1. Présentation

2.2.2.2. Classes définies pour les paramètres liés aux effets

2.3. Application de la méthode SIRIS

2.3.1. Calcul du rang SIRIS

2.3.2. Élaboration des listes de surveillance des molécules à risque

2.4. Limites de la méthode SIRIS

3. LISTES MICRO-RÉGIONALES DE SURVEILLANCE POUR LA RÉGION BOURGOGNE

1. INTRODUCTION

Les listes micro-régionales de substances actives phytosanitaires ont pour objectif de permettre une surveillance objective de la qualité des eaux des différents points du futur réseau. La présente étude vise à cibler, pour les différents points du réseau, les analyses sur les substances actives qui présentent le risque potentiel de pollution le plus élevé.

La démarche adoptée consiste à classer les matières actives utilisées selon le risque potentiel décroissant de contamination des eaux superficielles ou souterraines, qu'il s'agisse d'un bassin versant ou d'une zone hydrogéologique. Ce travail s'appuie sur une méthode de classement appelée SIRIS (Système d'Intégration des Risques par Interaction des Scores), utilisée par le Comité de Liaison Interministériel « Eau-Produits antiparasitaires » pour l'établissement des listes de substances actives pour la surveillance des eaux à l'échelle nationale.

Remarque : dans les listes de surveillance de matières actives ne sont pris en compte que les produits autorisés et homologués pour les usages étudiés. Des produits non homologués sont parfois appliqués par certains utilisateurs. Toutefois de telles pratiques restent ponctuelles et marginales. Elles ne peuvent en aucun cas être quantifiées à l'échelle de la région.

2. LA MÉTHODE SIRIS

2.1. Présentation générale

La méthode SIRIS a été élaborée, au niveau national, par le Comité de Liaison Interministériel « Eau-Produits antiparasitaires » et le CORPEN (*cf.* « Classement des substances actives phytosanitaires en vue de la surveillance de la qualité des eaux », Comité de Liaison « Eau-Produits antiparasitaires », février 1995). Adaptée régionalement par le SRPV, elle permet de classer les matières actives phytosanitaires utilisées sur un secteur donné, selon un ordre de risque de pollution des eaux décroissant.

Cette approche du risque prend en compte deux dimensions :

- la possibilité d'exposition (possibilité de présence dans les eaux souterraines et/ou dans les eaux superficielles) appréciée à partir des propriétés intrinsèques des substances et des données sur les usages ;
- les conséquences de l'exposition, lorsqu'elle a eu lieu, à savoir les effets toxicologiques pour l'homme et les effets écotoxicologiques pour la faune et la flore.

Les Services de la Protection des Végétaux disposent du logiciel PROPRES, logiciel interne qui permet le traitement des données par la méthode SIRIS.

2.2. Critères pris en compte dans la méthode SIRIS

La méthode intègre différents critères : 6 d'entre eux sont spécifiques des molécules appliquées et les 2 autres caractérisent les pratiques phytosanitaires dans la zone étudiée.

Les experts du Comité de liaison ont défini des classes selon le niveau de chaque paramètre. Pour certains paramètres, les experts ont défini des limites différentes selon que la méthode SIRIS est utilisée pour traiter des données en vue de la surveillance des eaux souterraines ou superficielles.

2.2.1. Critères relatifs à l'exposition

a) Paramètres physico-chimiques

Les paramètres listés ci-dessous permettent d'appréhender les transferts et la persistance des substances actives vers et dans les eaux.

Paramètre	Unité	Interprétation
Koc : coefficient de partage eau/carbone organique	cm ³ /g	Affinité de la molécule pour le sol
DT50 : demi-vie de la molécule dans le sol	j	Persistance de la molécule dans le sol
HDLYS : vitesse d'hydrolyse	j	Stabilité de la molécule dans l'eau
SOLU : hydrosolubilité	mg/l	Affinité de la molécule pour l'eau

b) Paramètres d'utilisation

Il s'agit de deux paramètres liés à l'épandage des produits phytosanitaires au champ. La méthode SIRIS ne permet d'intégrer que le risque de pollution diffuse.

Paramètre	Unité	Interprétation
QTE : dose moyenne épandue par ha	kg/ha	Intensité de l'usage
SURF : surface développée traitée	Ha	Etendue de l'usage

Par défaut, à la place des critères de superficie développée traitée et de dose utilisée, la méthode SIRIS intègre un critère synthétique : la quantité exprimée en kg.

c) Classes définies pour les paramètres liés à l'exposition

Chaque variable d'exposition se voit attribuer, selon sa valeur, un niveau de pénalité parmi les trois possibles :

0 : pas défavorable

m : moyennement défavorable

d : défavorable

Les limites des classes par paramètre figurent dans les tableaux 1 et 2.

Tabl. 1 - Classes des critères pour les eaux souterraines.

Koc (g/cm ³)	<i>d</i>	100	<i>m</i>	500	<i>o</i>
DT50 (j)	<i>o</i>	30	<i>m</i>	120	<i>d</i>
HDLYS (j)	<i>o</i>	30	<i>m</i>	60	<i>d</i>
SURF* (%)	<i>o</i>	5%	<i>m</i>	80%	<i>d</i>
QTE (kg/ha)	<i>o</i>	0,5	<i>m</i>	1	<i>d</i>
SOLU (mg/l)	<i>o</i>	10	<i>m</i>	200	<i>d</i>

Tabl. 2 - Classes des critères pour les eaux superficielles.

SURF* (%)	<i>o</i>	5%	<i>m</i>	80%	<i>d</i>
QTE (kg/ha)	<i>o</i>	0,5	<i>m</i>	1	<i>d</i>
SOLU (mg/l)	<i>o</i>	10	<i>m</i>	200	<i>d</i>
HDLYS (j)	<i>o</i>	30	<i>m</i>	60	<i>d</i>
DT50 (j)	<i>o</i>	8	<i>m</i>	30	<i>d</i>
Koc (g/cm ³)	<i>d</i>	100	<i>m</i>	1000	<i>o</i>

* : Pour la superficie développée traitée (10 ha traités 3 fois = 30 ha), les seuils sont déterminés de telle sorte que l'on trouve :

- en classe *d* : les substances pour lesquelles le cumul des surfaces développées traitées représente au moins 80 % de la surface totale développée traitée, sur la zone considérée ;
- en classe *o* : les molécules les moins utilisées et dont le cumul des superficies développées traitées ne dépassent pas 5 %.

2.2.2. Critères relatifs aux effets

a) Présentation

Deux paramètres liés à la toxicité des molécules ont été retenus par le groupe d'experts.

Paramètre	Unité	Interprétation
DJA : dose journalière admissible	mg/kg poids vif	Toxicité chronique pour l'homme
ECOTOX : concentration létale pour les algues, les daphnies ou les poissons (organismes aquatiques de référence)	mg/l	Toxicité aiguë pour les organismes aquatiques

b) Classes définies pour les paramètres liés aux effets

En fonction de la valeur de ces variables, un niveau de danger est attribué aux molécules :

- pour la DJA, 5 classes ont été définies par le groupe d'experts soit *A, B, C, D, E* par ordre décroissant de toxicité ;
- il en est de même pour ECOTOX si ce n'est que les classes sont notées *a* à *e* par ordre décroissant d'écotoxicité.

Les fourchettes des classes sont données dans les tableaux 3 et 4.

Tabl. 3 - Classes pour la toxicité (ordre de toxicité décroissante).

Limites des classes en mg/kg pv	Nom de la classe
DJA < 0,0001	A
0,0001 £ DJA < 0,001	B
0,001 £ DJA < 0,01	C
0,01 £ DJA < 0,1	D
DJA ≥ 0,1	E

Tabl. 4 - Classes pour l'écotoxicité (ordre d'écotoxicité décroissante).

Limites des classes en mg/l	Nom de la classe
ECOTOX < 0,001	a
0,001 £ ECOTOX < 0,01	b
0,01 £ ECOTOX < 0,1	c
0,1 £ ECOTOX < 1	d
ECOTOX ≥ 1	e

2.3. Application de la méthode SIRIS

La méthode SIRIS s'exécute en deux temps :

- elle attribue tout d'abord à chaque substance active un rang d'exposition, dit rang SIRIS, qui ne tient compte que des variables d'exposition. Les substances sont alors classées selon un ordre de rang SIRIS décroissant ;
- puis sont extraites les listes de surveillance, listes de matières actives à suivre prioritairement dans les eaux, où ne sont retenues que les molécules les plus toxiques après étude de leur classe de DJA (*A, B, C*) ou de ECOTOX (*a, b, c*).

2.3.1. Calcul du rang SIRIS

L'analyse multicritères des substances actives permet la création d'une variable synthétique : le rang SIRIS. La méthode de calcul est dite « méthode de pénalisation » : à partir d'une référence qui serait une substance active idéale pour tous les critères étudiés, elle pénalise les autres molécules au fur et à mesure qu'elles présentent des caractéristiques défavorables et c'est par déclassements successifs que les substances sont peu à peu ordonnées les unes par rapport aux autres.

Les experts ont établi une hiérarchisation différenciée des critères à prendre en compte selon qu'il s'agit d'eaux souterraines ou d'eaux superficielles. Pour les eaux souterraines, par exemple, l'hypothèse principale repose sur la prédominance des phénomènes de lixiviation dans la pollution des nappes phréatiques. Les critères ont donc été hiérarchisés de la façon suivante :

- Classe 1 : Koc
- Classe 2 : DT50 / HDLYS
- Classe 3 : SURF / QTE
- Classe 4 : SOLU

Il en résulte deux grilles dichotomiques de pénalité selon la ressource en eau considérée.

Notons enfin que le classement obtenu est un classement qualitatif des molécules les unes par rapport aux autres. Ce classement ne fournit en aucun cas une indication quantitative. Un rang SIRIS 60, par exemple, n'est pas deux fois plus important qu'un rang 30. Cela signifie juste que la molécule de rang 60 est plus susceptible d'être retrouvée dans les eaux que celle de rang 30.

2.3.2. Élaboration des listes de surveillance des molécules à risque

Tout d'abord, pour établir ces listes, le groupe d'experts du Comité de liaison a décidé que seules seraient retenues :

- pour les eaux souterraines, les substances actives dont le rang SIRIS est supérieur à 30,
- pour les eaux superficielles, les substances actives dont le rang SIRIS dépasse 35.

On en déduit les listes appelées respectivement ESO et ESU.

Par ailleurs, les listes de substances actives à surveiller de façon **prioritaire** sont obtenues après examen des niveaux de toxicité des molécules. Les matières actives à suivre prioritairement sont :

- pour les eaux souterraines, les substances appartenant aux classes **A, B, C** de DJA (liste ESO Tox qui vise à orienter les analyses pour une ressource en eau souterraine destinée à la consommation humaine) ;
- pour les eaux superficielles, les substances appartenant aux classes **A, B, C** de DJA si les analyses concernent une eau destinée à la consommation humaine (liste ESU Tox) ;
- pour les eaux superficielles, les substances appartenant aux classes **a, b, c** de ECOTOX si l'on s'intéresse à l'impact de la dégradation de la qualité de l'eau vis-à-vis de son impact sur le milieu aquatique (liste ESU Ecotox).

2.4. Limites de la méthode SIRIS

Le calcul des rangs suppose des connaissances chiffrées sur les paramètres spécifiques aux molécules. Le Comité de liaison a rassemblé toutes les informations disponibles dans une base de données nationale, intégrée au logiciel PROPRE. Toutefois, pour un certain nombre de molécules, récentes le plus souvent, un ou plusieurs critères ne sont pas renseignés et les molécules ne peuvent donc être classées par la méthode SIRIS.

Les valeurs retenues dans la base de données, bien que validées par le groupe d'experts, doivent être manipulées avec précaution. Ce sont toujours des valeurs expérimentales, avec une marge d'incertitude. D'autre part, le fait de considérer pour chaque paramètre des niveaux de valeurs plutôt que les valeurs elles-mêmes doit nous inciter à être prudent quant à l'exploitation des résultats. Une faible différence de rang entre deux molécules ne doit pas être interprétée trop hâtivement.

Toutes les substances actives ne sont pas prises en compte enfin dans la base de données nationale. C'est le cas particulièrement des substances minérales (cuivre, soufre, etc.). Le Comité de liaison n'a retenu que les substances actives de synthèse. Les adjuvants sont également absents. Pour autant, ces molécules sont susceptibles de présenter des risques par rapport à la contamination des eaux et nécessiteraient donc des études complémentaires.

3. LISTES MICRO-RÉGIONALES DE SURVEILLANCE POUR LA RÉGION BOURGOGNE

Les listes micro-régionales de matières actives, établies en annexe 2, qui correspondent à une estimation des substances ainsi que des quantités utilisées sur chaque bassin versant et zone hydrogéologique de la région Bourgogne, ont été traitées avec le logiciel PROPRE. Il en résulte des listes de surveillance : une liste micro-régionale ESU par bassin versant et une liste micro-régionale ESO par zone hydrogéologique. Par la suite, les matières actives considérées comme les plus toxiques ont été isolées afin d'élaborer les listes de surveillance de substances actives prioritaires.

Afin de ne pas multiplier les listes sur le rendu final, le Comité de pilotage de l'étude, réuni le 9 octobre 2000, a demandé à ce que l'on présente une liste par zone :

- pour les eaux souterraines, il s'agit de la liste ESO sur laquelle figurera le nom de la matière active, l'action de la molécule, le rang SIRIS et le niveau de toxicité pour l'homme. Les niveaux les plus élevés de DJA (*A, B, C*) apparaîtront en grisé ;
- pour les eaux superficielles, il s'agit de la liste ESU sur laquelle figurera le nom de la matière active, l'action de la molécule, le rang SIRIS, et les niveaux de toxicité et d'écotoxicité. Les classes *A, B, C* de DJA et *a, b, c* de ECOTOX seront surlignés.

Enfin, en bas de chaque liste, figure également la liste des molécules n'ayant pu faire l'objet d'un calcul de rang.

Chaque liste est précédée d'une description sommaire de chaque zone (localisation géographique, communes concernées, surface de la zone, SAU, surfaces culturales, systèmes culturaux dominants, etc.). Ces informations ont été obtenues après agrégation des données disponibles à l'échelle communale par bassin versant ou zone hydrogéologique grâce à la base de données MICRO-REGION.

Dans l'annexe 2, nous signalons le besoin d'actualiser les données ha-type régulièrement et par voie de conséquence les listes micro-régionales de matières actives. L'actualisation des données est également souhaitable, le logiciel PROPRE faisant l'objet de mises à jour régulières. Le nombre important de listes micro-régionales et leur nécessaire actualisation régulière expliquent qu'elles font l'objet d'un rapport à part.

ANNEXE 4

**Établissement des listes
de substances actives phytosanitaires
d'origine autre qu'agricole
pour la surveillance de la qualité
des eaux en région Bourgogne**

Sommaire de l'annexe 4

1. INTRODUCTION

2. ÉTABLISSEMENT DES LISTES DE SURVEILLANCE POUR LES ZONES ARTIFICIALISÉES

2.1. Les zones artificialisées considérées

2.2. La collecte des données

2.3. Démarche adoptée

3. ÉTABLISSEMENT DES LISTES DE SURVEILLANCE POUR LES ZONES FORESTIÈRES

3.1. Caractéristiques des traitements phytosanitaires en zones forestières

3.2. La collecte des données

2.3. Démarche suivie

1. INTRODUCTION

L'objectif de cette partie de l'étude est d'établir des listes de matières actives pour la surveillance des eaux en région Bourgogne liées aux usages non agricoles et aux usages en forêts. Pour les produits phytosanitaires ne concernant ni les grandes cultures ni la vigne, nous n'avons pas pu disposer de données quantitatives exhaustives à l'échelle de la région que ce soit pour les quantités utilisées que pour les surfaces couvertes. Par conséquent, nous n'avons pas pu calculer d'ha-type afin d'en déduire des listes de matières actives, démarche adoptée dans l'annexe 2.

Caractérisées par des pratiques phytosanitaires différentes en terme de quantités de produits phytosanitaires utilisés, de surfaces traitées et d'acteurs, les zones artificialisées et les zones forestières ont été appréhendées séparément.

Parmi les zones non agricoles, nous n'avons pas pu tenir compte du secteur relativement mineur du jardin amateur. Les moyens à mettre en œuvre pour obtenir une information exploitable nous paraissaient démesurés par rapport à l'intérêt à en tirer et au temps imparti pour cette étude. En outre, les molécules utilisables sont connues et comparables à celles utilisées dans les autres secteurs non agricoles.

Remarque : *dans les listes de surveillance de matières actives ne sont pris en compte que les produits autorisés et homologués pour les usages étudiés. Des produits non homologués sont parfois appliqués par certains utilisateurs. Toutefois de telles pratiques restent ponctuelles et marginales. Elles ne peuvent en aucun cas être quantifiées à l'échelle de la région.*

2. ÉTABLISSEMENT DES LISTES DE SURVEILLANCE POUR LES ZONES ARTIFICIALISÉES

2.1. Les zones artificialisées considérées

Nous entendons par zones artificialisées les zones urbaines (villes et villages) et les voies de circulation inter-urbaines. Les utilisateurs de produits phytosanitaires concernés sont les communes et groupements de communes, les services chargés de l'entretien des routes, autoroutes, voies ferrées et voies navigables.

2.2. La collecte des données

Afin d'élaborer des listes correspondant à chaque type de territoire, des enquêtes ont été effectuées (envoi d'un courrier avec un tableau à remplir, puis relance téléphonique).

Pour les zones urbaines, les services techniques des cinq plus importantes villes bourguignonnes (Dijon, Auxerre, Nevers, Mâcon et Chalon-sur-Saône) ont été questionnés. Nous avons également bénéficié des résultats du diagnostic mené sur le bassin de la Vouge (Jeantils S., 2000), ce qui nous a permis d'avoir une idée des matières actives utilisées dans les communes rurales. Dans le cadre de ce travail, les 62 communes du bassin avaient été sollicitées ; seules 22 avaient répondu au questionnaire d'enquête.

Pour les infrastructures ont été enquêtées :

- les quatre Directions Départementales de l'Équipement pour les routes et voies navigables (canaux),
- la Société d'Autoroute Paris-Rhin-Rhône (SAPRR) pour les autoroutes,
- la SNCF pour les voies ferrées.

2.3. Démarche adoptée

Limitées en surface, les zones artificialisées représentent un risque fort de transfert des matières actives phytosanitaires vers les eaux (surfaces imperméables à fort coefficient de ruissellement et souvent proximité de fossés ou de système d'évacuation d'eaux pluviales ou surfaces très filtrantes à faible ne favorisant pas l'adsorption des molécules). Par ailleurs, les enquêtes réalisées ne fournissent pas de données exhaustives à l'échelle de la région. C'est pourquoi il convient de considérer dans les listes de surveillance l'ensemble des matières actives recensées auprès des utilisateurs enquêtés.

Quatre listes ont été établies (tabl. 1 à 4) : deux pour les villes et communes rurales, deux autres pour les infrastructures. En effet, pour chaque catégorie, nous avons dressé une liste de surveillance respectivement pour les eaux souterraines et pour les eaux de surface. Pour chaque matière active recensée, les tableaux 1 à 4 fournissent les niveaux des différents paramètres spécifiques aux molécules et utilisés dans la méthode SIRIS (Annexe 3) à savoir le Koc, la durée de demi-vie, la vitesse d'hydrolyse, l'hydrosolubilité, la DJA et l'écotoxicité. Les enquêtes nous ont permis d'obtenir une idée globale des quantités utilisées. Dans les tableaux 1 à 4, nous les avons appréciées par un système de signes « + », un « + » signifiant un faible usage alors que « +++++ » correspond à une très forte utilisation.

Tabl. 1 - Liste de surveillance « eaux souterraines » pour les zones urbaines de Bourgogne.

MATIERE ACTIVE	Koc	DT50	HDLYS	SOLU	DJA	Ecotox	Utilisation
2,4-D	d	o	m	d	D	e	++
2,4-MCPA	d	o	d	d	D	e	++++
abamectine	?	?	m	o	C	b	+
acifluorfen-Na	m	o	m	d	C	e	+
aminotriazole	d	o	d	d	C	e	+++
benomyl	o	o	o	o	E	c	+
bifenthrine	o	o	d	o	D	a	+
bitertanol	?	?	?	?	?	?	+
bromacile	d	d	m	d	C	c	++
buprofezine	o	m	m	o	D	e	+
carbendazime	m	o	d	o	D	c	+
carbetamide	d	o	m	d	D	e	++
chlorothalonil	o	m	m	o	D	c	+
clopyralid	d	m	m	d	D	e	++
cymoxanil	d	o	m	d	D	e	+
cyproconazole	m	m	d	m	D	c	+
deltamethrine	o	m	m	o	D	a	+++
diflufenicanil	o	d	d	o	E	e	++
diazinon	o	m	d	m	C	b	+
dicamba	d	o	d	d	D	e	+
dichlobenil	m	m	m	m	D	e	+
disulfoton	o	m	d	m	B	c	+
diuron	m	d	d	m	C	b	+++
ethofumesate	m	m	m	m	E	c	+
fluroxypyr	d	o	o	o	E	d	++++
flurprimidol	m	o	d	m	D	d	+
formetanate	o	m	o	d	C	c	+

Tabl. 1 - Liste de surveillance « eaux souterraines » pour les zones urbaines de Bourgogne (suite).

furaxyl	?	m	d	d	C	e	+
glufosinate-ammonium	d	o	d	d	D	e	+
glyphosate	o	m	d	d	E	e	+++++
hexazinone	d	m	d	d	E	c	+
imidaclopride	m	d	d	d	D	e	+++
iprodione	m	o	o	m	D	d	++
isoxaben	o	m	m	o	D	e	+++
mancozebe	o	o	o	m	D	c	++
MCP	d	o	m	d	D	e	+
metaldehyde	m	o	?	o	E	e	+
methomyl	d	o	d	d	D	b	++
myclobutanil	o	m	m	m	D	e	+
oryzalin	o	m	m	o	D	c	+++
oxadiazon	o	d	d	o	C	b	+++
phosalone	o	o	d	o	C	a	+
propamocarbe HCl	o	m	d	d	E	e	++
propiconazole	o	m	m	m	D	d	+
propyzamide	o	m	m	m	D	e	++
pyrimicarbe	o	o	o	d	D	c	+
pyridabene	o	m	m	o	C	a	+
sulfosate	o	o	m	d	E	e	++
sulfotep	?	?	?	?	?	?	+
tau-fluvalinate	o	o	o	o	D	a	+
tebuconazole	o	d	d	m	D	d	+
temephos	o	m	o	o	C	d	+
terbuthylazine	m	m	d	o	C	c	++
triclopyr	d	m	m	m	C	d	+++
trifluraline	o	d	d	o	C	b	++
triforine	m	o	o	o	D	e	+

Tabl. 2 - Liste de surveillance « eaux de surface » pour les zones urbaines de Bourgogne.

MATIERE ACTIVE	Koc	DT50	HDLYS	SOLU	DJA	Ecotox	Utilisation
2,4-D	d	m	m	d	D	e	++
2,4-MCPA	d	m	d	d	D	e	++++
abamectine	?	?	m	o	C	b	+
acifluorfen-Na	m	m	m	d	C	e	+
aminotriazole	d	o	d	d	C	e	+++
benomyl	o	o	o	o	E	e	+
bifenthrine	o	m	d	o	D	a	+
bitertanol	?	?	?	?	?	?	+
bromacile	d	d	m	d	C	c	++
buprofezine	o	d	m	o	D	e	+
carbendazime	m	m	d	o	D	c	+
carbetamide	d	m	m	d	D	e	++
chlorothalonil	o	d	m	o	D	c	+
clopyralid	d	d	m	d	D	e	++
cymoxanil	d	o	m	d	D	e	+
cyproconazole	m	d	d	m	D	c	+
deltamethrine	o	d	m	o	D	a	+++
diflufenicanil	o	d	d	o	E	e	++
diazinon	m	d	d	m	C	b	+
dicamba	d	m	d	d	D	e	+
dichlobenil	m	d	m	m	D	e	+
disulfoton	m	d	d	m	B	c	+
diuron	m	d	d	m	C	b	+++
ethofumesate	m	d	m	m	E	e	+
fluroxypyr	d	m	o	o	E	d	++++
flurprimidol	m	m	d	m	D	d	+
formetanate	o	d	o	d	C	c	+

Tabl. 2 - Liste de surveillance « eaux de surface » pour les zones urbaines de Bourgogne (suite).

furalaxyl	?	d	d	d	C	e	+
glufosinate-ammonium	d	o	d	d	D	e	+
glyphosate	m	d	d	d	E	e	+++++
hexazinone	d	d	d	d	E	c	+
imidaclopride	m	d	d	d	D	e	+++
iprodione	m	m	o	m	D	d	++
isoxaben	m	d	m	o	D	e	+++
mancozebe	o	o	o	m	D	c	++
MCPP	d	m	m	d	D	e	+
metaldehyde	m	m	?	o	E	e	+
methomyl	d	m	d	d	D	b	++
myclobutanil	m	d	m	m	D	e	+
oryzalin	m	d	m	o	D	c	+++
oxadiazon	o	d	d	o	C	b	+++
phosalone	o	o	d	o	C	a	+
propamocarbe HCl	d	d	d	o	E	e	++
propiconazole	m	d	m	m	D	d	+
propyzamide	m	d	m	m	D	e	++
pyrimicarbe	m	m	o	d	D	c	+
pyridabene	o	d	m	o	C	a	+
sulfosate	o	o	m	d	E	e	++
sulfotep	?	?	?	?	?	?	+
tau-fluvalinate	o	m	o	o	D	a	+
tebuconazole	o	d	d	m	D	d	+
temephos	o	d	o	o	C	d	+
terbuthylazine	m	d	d	o	C	c	++
triclopyr	d	d	m	m	C	d	+++
trifluraline	o	d	d	o	C	b	++
triforine	m	m	o	o	D	e	+

Tabl. 3 - Liste de surveillance « eaux souterraines » pour les voies de circulation interurbaines de Bourgogne.

Matière active	Koc	DT50	HDLYS	SOLU	DJA	Ecotox	Utilisation
2,4-D	d	o	m	d	D	e	+++
2,4-MCPA	d	o	d	d	D	e	+
aminotriazole	d	o	d	d	C	e	+++
bromacile	d	d	m	d	C	c	+
dichlorprop	m	o	d	d	E	e	+++
diquat	o	d	m	d	C	c	+
diuron	m	d	d	m	C	b	++
ethidimuron	?	m	m	d	E	d	++
fluroxypyr	d	o	o	o	E	d	+
fosamine ammonium	m	o	m	d	E	e	++
glyphosate	o	m	d	d	E	e	+++++++
hexazinone	d	m	d	d	E	c	+
imazapyr	d	m	m	d	E	e	+
paraquat	o	d	m	d	C	c	+
phosalone	o	o	d	o	C	a	++
pichlorame	d	m	d	d	E	e	++
sulfosate	o	o	m	d	E	e	+
triclopyr	d	m	m	m	C	d	++

Tabl. 4 - Liste de surveillance « eaux de surface » pour les voies de circulation interurbaines de Bourgogne.

Matière active	Koc	DT50	HDLYS	SOLU	DJA	Ecotox	Utilisation
2,4-D	d	m	m	d	D	e	+++
2,4-MCPA	d	m	d	d	D	e	+
aminotriazole	d	o	d	d	C	e	+++
bromacile	d	d	m	d	C	c	+
dichlorprop	m	m	d	d	E	e	+++
diquat	o	d	m	d	C	c	+
diuron	m	d	d	m	C	b	++
ethidimuron	?	d	m	d	E	d	++
fluroxypyr	d	m	o	o	E	d	+
fosamine ammonium	m	m	m	d	E	e	++
glyphosate	m	d	d	d	E	e	+++++++
hexazinone	d	d	d	d	E	c	+
imazapyr	d	d	m	d	E	e	+
paraquat	o	d	m	d	C	c	+
phosalone	o	o	d	o	C	a	++
pichlorame	d	d	d	d	E	e	++
sulfosate	o	o	m	d	E	e	+
triclopyr	d	d	m	m	C	d	++

3. ÉTABLISSEMENT DES LISTES DE SURVEILLANCE POUR LES ZONES FORESTIÈRES

3.1. Caractéristiques des traitements phytosanitaires en zones forestières

Les données concernant les zones forestières sont beaucoup plus difficiles à obtenir du fait de l'importance des forêts privées et de leur hétérogénéité ainsi que de la grande irrégularité des traitements effectués. Contrairement aux zones urbaines, les forêts sont caractérisées par un aléa de pollution globalement faible (pourcentage de surface traitée faible, traitements peu fréquents et non réguliers, milieu généralement peu vulnérable).

Le risque de pollution est élevé ponctuellement (désherbage et débroussaillage avant plantation, pépinière, route forestière, maladie ou ravageur fortement présent, ...).

3.2. La collecte des données

Des enquêtes ont été menées auprès :

- des services forestiers des 4 Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (par téléphone),
- des différentes subdivisions de l'Office National des Forêts (par courrier),
- du Centre Régional de la Propriété Forestière (par téléphone),
- des pépinières NAUDET pour les sapins du Morvan (par courrier puis relance téléphonique),

de quatre autres pépinières forestières.

Hormis les données précises fournies par l'ONF, les informations recueillies sont relativement globales et rarement quantitatives. Cependant, elles donnent un bon aperçu des produits phytosanitaires utilisés en forêt.

3.3. Démarche suivie

Les listes de surveillance établies pour les eaux superficielles et souterraines comprennent l'ensemble des matières actives phytosanitaires recensées lors des enquêtes (tabl. 5 et 6). Relativement peu nombreuses et très dispersées sur le territoire, les matières actives utilisées au sein des pépinières forestières n'ont pas été prises en compte. Seules les matières actives phytosanitaires utilisées dans les pépinières de sapin de Noël ont été intégrées aux listes de surveillance. Couvrant des surfaces non négligeables, nous les avons assimilées aux forêts.

Comme pour les zones artificialisées, nous faisons apparaître dans les listes de surveillance relatives aux zones forestières le nom des matières actives recensées, les niveaux des paramètres spécifiques aux molécules et utilisés dans la méthode SIRIS ainsi qu'une appréciation des quantités utilisées.

Tabl. 5 - Liste de surveillance « eaux souterraines » pour les zones forestières de Bourgogne.

Matière active	Koc	DT50	HDLYS	SOLU	DJA	Ecotox	Utilisation
asulame	d	o	d	d	E	e	+
cyproconazole	m	m	d	m	D	c	++
dalapon	d	m	m	d	E	e	++++
deltamethrine	o	m	m	o	D	a	+++
diflubenzuron	o	o	m	o	D	b	++
glyphosate	o	m	d	d	E	e	+++++++
hexazinone	d	m	d	d	E	c	++++
oxyfluorfone	o	m	m	o	C	d	+
parathion-ethyl	o	o	d	m	C	a	+
permethrine	o	m	m	o	D	a	+
propyzamide	o	m	m	m	D	e	+
simazine	m	m	d	o	C	c	+
sulfosate	o	o	m	d	E	e	+
triclopyr	d	m	m	m	C	d	+

Tabl. 6 - Liste de surveillance « eaux de surface » pour les zones forestières en Bourgogne.

Matière active	Koc	DT50	HDLYS	SOLU	DJA	Ecotox	Utilisation
asulame	d	o	d	d	E	e	+
cyproconazole	m	d	d	m	D	c	++
dalapon	d	d	m	d	E	e	++++
deltamethrine	o	d	m	o	D	a	+++
diflubenzuron	o	m	m	o	D	b	++
glyphosate	m	d	d	d	E	e	+++++++
hexazinone	d	d	d	d	E	c	++++
oxyfluorfone	o	d	m	o	C	d	+
parathion-ethyl	o	m	d	m	C	a	+
permethrine	o	d	m	o	D	a	+
propyzamide	m	d	m	m	D	e	+
simazine	m	d	d	o	C	c	+
sulfosate	o	o	m	d	E	e	+
triclopyr	d	d	m	m	C	d	+

ANNEXE 5

**Proposition de choix de points de suivi
des produits phytosanitaires
dans les eaux souterraines et de surface
en région Bourgogne**

Sommaire de l'annexe 5

1. INTRODUCTION

2. LISTE DES PRODUITS PROPOSÉS POUR LE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES

2.1. Liste

2.2. Remarques sur les points proposés

3. LISTE DES POINTS PROPOSÉS POUR LE SUIVI DES EAUX DE SURFACE

3.1. Liste

3.2. Remarques sur les points proposés

1. INTRODUCTION

On rappelle ci-dessous la méthode suivie pour choisir les points du futur réseau (voir aussi le chapitre 9 du rapport).

Les zones issues du découpage de la région - zones hydrogéologiques ou bassins versants - ont reçu chacune un niveau de priorité, niveau 1, 2 ou 3, fonction de l'aléa moyen sur l'ensemble de la zone concernée. Il a ensuite été convenu, pour la constitution du réseau, de choisir un ou deux points dans chaque zone classée en priorité 1, un point dans quelques zones de priorité 2 et, à priori, aucun point dans les zones de priorité 3.

A l'intérieur de chaque zone, des secteurs prioritaires ont été définis, chaque secteur correspondant, sur la totalité de sa surface, à une problématique particulière, soit vis-à-vis des systèmes cultureux (système à cultures pénalisantes), soit vis-à-vis de l'environnement naturel (aquifère très vulnérable ou secteur très exposé au ruissellement), soit vis-à-vis des deux ordres de facteurs à la fois.

On propose ainsi deux choix :

- un choix de points pour le réseau de suivi des eaux souterraines,
- un choix de points pour le réseau de suivi des eaux de surface.

Dans les secteurs prioritaires à la fois pour les eaux souterraines et pour les eaux de surface on a choisi, dans la mesure du possible, un point eau souterraine et un point eau de surface, afin d'avoir, sur un même bassin, un couple de points qui devrait permettre, par comparaison, la mise en évidence de transferts différentiels entre ruissellement et infiltration suivant les différentes molécules utilisées.

2. LISTE DES POINTS PROPOSÉS POUR LE SUIVI DES EAUX SOUTERRAINES

2.1. Liste

Le tableau 1 donne la liste des points proposés pour constituer le futur réseau régional de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines. La carte de la figure 1 donne la localisation de ces points.

Chaque point porte le numéro de son secteur prioritaire d'appartenance et, si un secteur comporte plusieurs points, les numéros des points sont affectés d'un indice (a, b, etc.). La numérotation des points n'est donc pas continue puisque certains secteurs n'ont pas reçu de point. Quelques points portent un indice « a » bien qu'ils soient seuls dans leur secteur ; ceci indique que, pour ces points, des points alternatifs existent qui sont indiqués dans les remarques.

Tabl. 1 – Liste des points proposés pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines en Bourgogne.

112

n° du point (n° du secteur et indice le cas échéant)	n° de départ.	zone hydrogéologique	n° du secteur priorit.	commune	points proposés	aquifère concerné	aquifère karstique : K ; aquifère non karstique et aquifère captif : N	n° BSS	captage AEP (OUI/NON)	réseau d'appartenance	X en km (z.l. II)	Y en km (z.l. II)
1	89	nappe alluviale de l'Yonne	1	Champigny-sur-Yonne	puits de la Chapelle	nappe des alluvions de l'Yonne	N	295 8X 0112	oui		660,800	368,750
2	89	Gâtinais	2	Brannay	forage des Preneraux	nappe de la craie (Sénonien)	K	330 3X 0011	oui	qualité SN	658,420	358,890
3	89	Pays d'Othe	3	Flacy	source Gaudin	nappe de la craie (Sénonien)	K	332 1X 1013	oui	captage SAGEP (Ville de Paris) qualité SN	694,050	359,350
4	89	Sénonais	4	La-Chapelle-sur-Orseuse	puits de Pierre Bonnotte	nappe de la craie (Sénonien)	K	296 5X 0001	oui		672,489	366,423
5a	89	Migemnois	5	Venizy	source du Creanton	nappe de la craie (Cénomanién)	N	368 2X 0036	oui		702,700	340,100
5b	89	Migemnois	5	Champlay	forage de la Fontaine du Mont	nappe de la craie (Cénomanién) et alluvions	N	367 7X 0041	oui		683,770	328,240
6a	89	plateau de Noyers	6	Irancy	source de la Croisette	Kimmeridgien inférieur à moyen	N	403 5X 0024	HS		700,125	302,500
7	89	Forterre	7	Drues-les-Belles-Fontaines	source de Drues-les-Belles-Fontaines	calcaires oxfordiens	K	434 7X 0003	non		681,475	283,780
8	89	plateau de Noyers	8	Vermenton	source des Isles (ou du Parc)	calcaires oxfordiens	K	435 2X 0006	oui (en partie)	qualité SN	704,450	297,050
9a	21	plateau du Châtillonnais	9	Laignes	source de la Laigne	calcaires du Bajocien-Bathonien	K	405 1X 0001	oui (en partie)	qualité SN	751,840	317,900
11a	21	Nord Dijonnais	11	Flacey	source de la Flacière (ru de Flacey), celle qui est à l'amont du bourg de Flacey, amont de la cressonnière	calcaire du portlandien	K	pas en BSS (470 2X)	non		811,550	274,050
12a	21	Côte dijonnaise-Arrière-Côte	12	Lantenay	lavoir de Lantenay	calcaire du Bathonien	K	pas en BSS	non		791,125	263,500
13	21	Côte dijonnaise-Arrière-Côte	13	Santenay	source du Ru Boichot	calcaires du Bajocien-Bathonien-Oxfordien	K	553 1X 0029	oui		780,540	215,210
14	21	Ouche-Tille	14	Champdôtre	puits des Grands Pâlis	alluvions de la Tille (nappe superficielle)	N	500 7X 0046	oui		823,340	246,480
15	21	nappe alluviale de la Saône et du Doubs	15	Saint-Usage	captage de la Croix Blanche (captage de Brazey-en-Plaine)	alluvions de la Saône	N	527 3X 0088	oui		821,450	239,600
16	71	Côte mâconnaise	16	Bissy-la-Mâconnaise	source de Bissy-la-Mâconnaise	calcaires du Bajocien-Bathonien, formations du Lias et du Trias	K		non	bassin expérimental (chambre de l'agriculture de Saône-et-Loire)	788,100	167,350
17a	71	nappe alluviale de la Saône et du Doubs	17	Abergement-de-Cuisery	puits 6 du champ captant	nappe des alluvions de la Saône	N	602 3X 0059	oui	qualité RMC (extension en cours)	799,800	217,930
19	58	nappe alluviale de la Loire et de l'Allier	19	Tracy-sur-Loire	captage des Girames n°1	alluvions, calcaires portlandiens et Hauteriviens	N	494 1X 0007	oui		643,530	257,170
20a	58	calcaires du Nivernais	20	Saint-Martin-sur-Nohain	le Bouillon de Favray	calcaires de l'Oxfordien	N	pas en BSS ; voir thèse A. Orange, univers. Orléans, 1985	non		652,800	262,650
22	58	Bazois	22	Châtillon-en-Bazois	source des Mingots	"Siliçifia"	N	523 5X 0004	oui	qualité LB (en cours de montage)	698,470	230,670
25	58	calcaires du Nivernais	25	Entrains-sur-Nohain	source des Egeoirs	aquifère des calcaires de l'Oxfordien	K	465 1X 0002	oui	qualité LB (en cours de montage)	668,600	274,260
30	71	Ouest Charollais-Bourbonnais	30	Charolles	source de Mounot	aquifère du calcaire bajocien	K	600 8X 0002	oui		750,350	164,560
31	89	Puisaye	31	Bléneau	nouveau forage de la Garenne	nappe de la craie (Turonien)	N	433 1X 1005	oui		646,730	299,600
32	89	Nord-Châtillonnais	32	Cruzy-le-Châtel	source du Lavoir	calcaires de l'Oxfordien	K	404 3X 0003	oui	réseau SN	740,270	319,200

Cartographie des produits phytosanitaires dans les eaux en Bourgogne

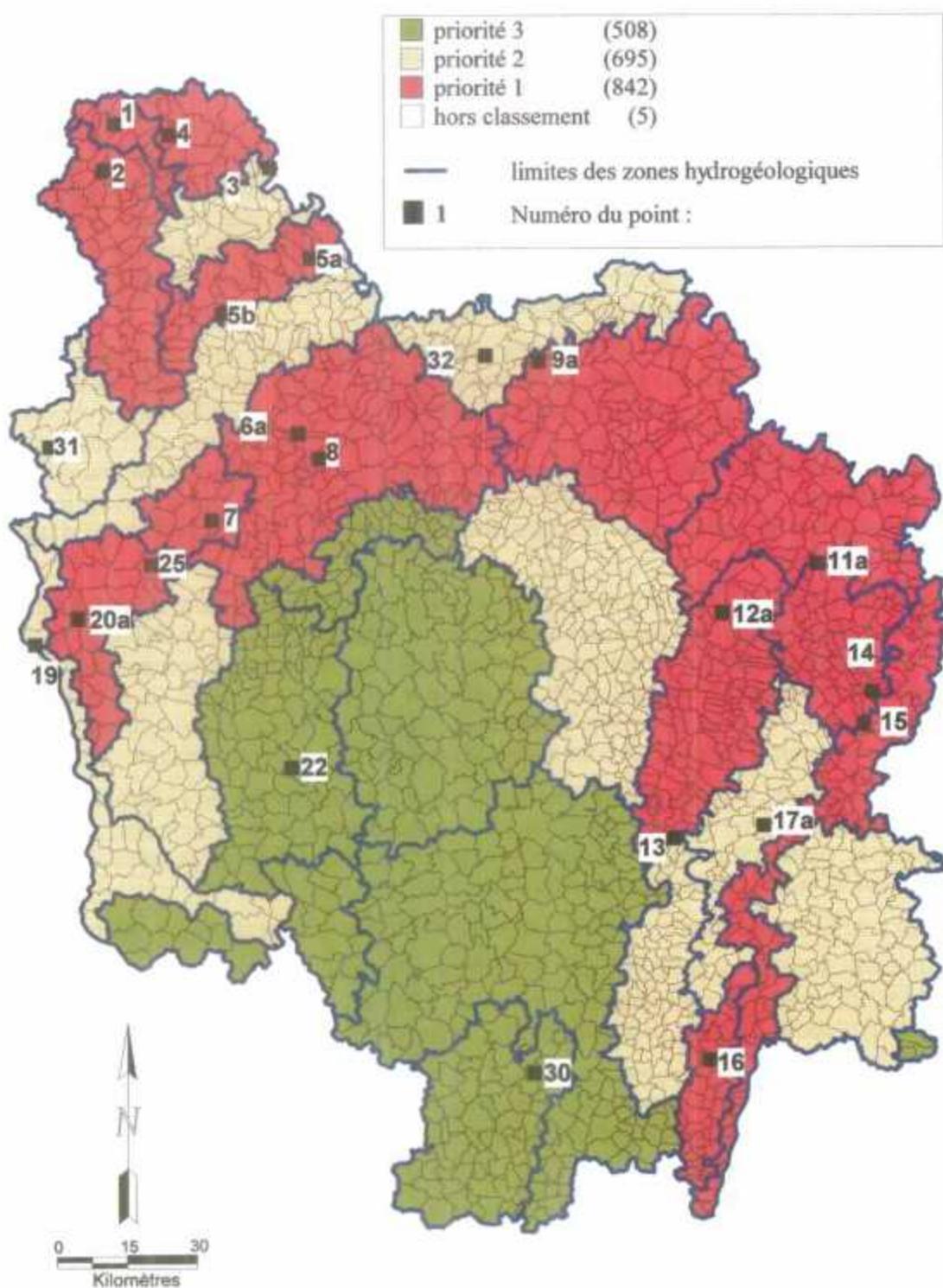


Fig. 1 - Carte de localisation des points proposés pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines en Bourgogne.

A la suite du tableau et de la carte de localisation, on donne quelques remarques portant sur les raisons du choix de tel ou tel point ou bien sur des possibilités de choix d'autres points en cas d'impossibilité de prélever sur les points retenus (points alternatifs).

2.2. Remarques sur les points proposés

Points 1, 2 et 4 : ces 3 points représentatifs des trois secteurs prioritaires correspondants sont situés dans les zones hydrogéologiques du nord de l'Yonne qui sont classées en priorité 1 ; ces zones cumulent des aquifères très vulnérables (craie fissurée ou plus ou moins karstifiée ou bien nappe alluviale) avec des systèmes culturaux très pénalisants (céréales avec surfaces importantes en betteraves).

Point 3 : ce point est une des sources captées par la Ville de Paris dans la zone hydrogéologique du pays d'Othe ; cette zone est classée en priorité 2, du fait d'un aléa légèrement moindre que celui des zones environnantes (présence d'herbages et taux de boisement assez élevé) ; un point y a cependant été choisi du fait de l'importance patrimoniale de cette zone – l'aquifère de la craie y est capté pour l'alimentation de la Ville de Paris - ; la source choisie ici est une de celles dont l'environnement agricole est le plus marqué et son captage est bien individualisé (pas de mélange avec d'autres sources captées).

Points 5a et 5b : ces deux points sont situés dans le secteur prioritaire appartenant à la zone hydrogéologique « Migennois » qui présente un très fort aléa, aquifère de la craie très vulnérable et cultures pénalisantes (betteraves) ; les deux points se situent de part et d'autre de l'Yonne, 5a au nord et 5b au sud ; par ailleurs, le point 5a se situe dans un bassin versant (le Creanton) sur lequel a été choisi un point eau de surface ce qui permettra d'avoir, sur ce secteur, un couple de points eau souterraine/eau de surface.

Point 6 : ce point, représentant le secteur 6, a pour but de mettre en évidence l'impact sur les eaux souterraines du vignoble ; le bassin d'alimentation de cette source est couvert de vignes (vignoble de l'Auxerrois) pour au moins 50 % de sa surface ; dans le même but, d'autres points sont possibles sur ce secteur :

- source de Coigny à Irancy (n° BSS : 403 5X 0025 ; très proche de la précédente),
- source de Boucheron (n° BSS : 403 3X 0023) ou source des Fontenottes (n° BSS : 403 3X 0022), toutes deux à Chablis (vignoble de Chablis) mais leur bassin d'alimentation est un peu moins couvert de vignes que les deux sources sur la commune d'Irancy ;

on peut ajouter que deux points eau de surface ont été choisis sur le Serein, à l'amont et à l'aval du vignoble de Chablis, afin de mettre en évidence l'impact des vignes sur les eaux de surface ; ainsi, on disposera, dans ce secteur d'une vue d'ensemble de l'impact d'un vignoble sur les eaux.

Points 7, 8 et 9 : ces points sont des sources karstiques importantes dont les bassins d'alimentation couvrent sensiblement la totalité des secteurs concernés qui sont, tous 3, à fort aléa ; pour le point 9, un point de remplacement est possible, la source des Goulottes à Nod-sur-Seine (n° BSS : 405 7X 0007).

Point 11 : pour ce point, sont proposés 2 points alternatifs qui atteignent aussi l'aquifère des calcaires du Portlandien du Nord Dijonnais et dans un environnement agricole du même type :

- la source captée de Saint-Aubry à Bourberain (n° BSS : 470 3X 0011),
- la source, non captée, dite fontaine des Charmes, également à Bourberain à proximité de la précédente.

Point 12 : les sources à environnement agricole sont très rares dans le secteur 12 ; ce point 12, source du lavoir de Lantenay, comporte dans son bassin d'alimentation, outre les cultures représentatives du secteur, une part assez importante de forêts ; la totalité du bassin est très vulnérable (karstification) ; un point alternatif est possible, la source du lavoir de Pasques à Pasques mais son environnement comprend la totalité du bourg de Pasques et le signal phytosanitaire dû aux cultures risque d'être perturbé par un signal phytosanitaire dû aux jardins périurbains.

Point 13 : ce point, représentatif du secteur, a pour but de mettre en évidence l'impact du vignoble de la Côte bourguignonne ; l'environnement de ce point est en quasi totalité occupé par des vignes, l'aquifère étant, quant à lui, très vulnérable (calcaires du Jurassique).

Point 14 : ce point, en secteur à très fort aléa, atteint la nappe superficielle des alluvions de la Tille ; il caractérisera, d'une part cet aquifère vulnérable car peu profond et, d'autre part le système cultural du secteur, très pénalisant (cultures légumières dont oignons).

Points 15 et 17 : ces deux points atteignent l'aquifère des alluvions de la Saône, ressource aquifère la plus exploitée de la région et par ailleurs à fort aléa (aquifère vulnérable car peu profond et à couverture peu perméable très discontinue ; système cultural de plus en plus pénalisant du fait de l'extension du maïs) ; par ailleurs, le deuxième de ces points fait partie des points de l'extension du réseau national qualité (Agence de l'eau RMC).

Point 16 : ce point est une source karstique non captée en zone de vignoble ; elle fait actuellement l'objet d'un suivi pluridisciplinaire en liaison avec la profession agricole ; à ce titre elle fait l'objet de nombreuses mesures et d'études des pratiques agricoles, d'où l'intérêt de l'inclure dans le réseau de suivi des produits phytosanitaires.

Point 19 : la finalité de ce point est de mettre en évidence l'impact du vignoble de Tracy-Pouilly-sur-Loire sur les eaux souterraines ; ce point est le seul à pouvoir le permettre ; il capte l'aquifère des calcaires portlandiens à l'aval hydraulique des zones plantées en vignes ; il capte cependant aussi, en partie les alluvions de la Loire ; on propose également pour ce secteur un point de suivi des eaux de surface.

Points 20 et 25 : ces deux points représentant les secteurs correspondants se situent dans la zone hydrogéologique « calcaires du Nivernais », seule zone du département de la Nièvre à être classée en priorité 1 pour les eaux souterraines ; l'aquifère concerné est celui des calcaires oxfordiens, dans l'ensemble assez peu karstifié mais très fissuré et donc très vulnérable et occupé par des systèmes culturaux à forte pression polluante ; pour le point 20, un point alternatif est proposé : la source de Fontbout, également sur la commune de Saint-Martin-sur-Nohain ; le point 20 (source du Bouillon de Favrais) et la source de Fontbout ont été étudiés (fonctionnement hydrogéologique et hydrochimique) dans le cadre d'une thèse (A. Orange, thèse soutenue à l'Université d'Orléans en 1985) ; par ailleurs, le point 25 fait partie du réseau de qualité du bassin Loire-Bretagne,

actuellement en cours de montage ; enfin on indique également que ces points 22 et 25 sont situés dans le bassin du Nohain, cours d'eau sur lequel a été choisi un point pour le réseau de suivi des eaux de surface.

Points 22 et 30 : ces deux points sont les seuls à avoir été retenus en zones hydrogéologiques classées en priorité 3 ; les deux secteurs concernés sont occupés par des systèmes culturaux où dominent très largement les herbages ; les eaux souterraines y sont peu présentes sauf dans quelques niveaux calcaires (point 30 : calcaire bajocien) ou silicifiés (« silicifié » de la bordure ouest du Morvan) localement vulnérables ; le suivi de deux points en zones de faible aléa permettra de compléter le bilan régional de présence des produits phytosanitaires et, de plus, compte tenu des évolutions en cours, notamment des retournements de prairies, de mettre en évidence d'éventuelles évolutions des teneurs ; en outre, le point 22 fait partie du réseau qualité du bassin Loire-Bretagne, actuellement en cours de montage.

Points 31 et 32 : ces deux points sont en zones hydrogéologiques classées en priorité 2 ; les systèmes culturaux montrent en effet, au milieu de cultures à forte pression polluante, une proportion d'herbages non négligeable ; l'aléa y est cependant élevé du fait d'aquifères très vulnérables (craie karstifiée en 31 et calcaires oxfordiens karstifiés en 32) ; le point 32 fait, en outre, partie du réseau qualité du bassin Seine-Normandie ; pour ce point 32, on propose un point alternatif, la source du château de Maulnes à Arthonnay.

3. LISTE DES POINTS PROPOSÉS POUR LE SUIVI DES EAUX DE SURFACE

3.1. Liste

Le tableau 2 donne la liste des points proposés pour constituer le futur réseau régional de suivi des produits phytosanitaires dans les eaux de surface. La carte de la figure 2 donne la localisation de ces points.

Chaque point porte le numéro de son secteur prioritaire d'appartenance et, si un secteur comporte plusieurs points, les numéros des points sont affectés d'un indice (a, b, etc.). La numérotation des points n'est donc pas continue puisque certains secteurs n'ont pas reçu de point.

A la suite du tableau et de la carte de localisation, on donne quelques remarques portant sur les raisons du choix de tel ou tel point.

Tabl. 2 - Liste des points proposés pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux de surface en Bourgogne.

n° du point (n° du secteur et indice le cas échéant)	Agence de l'eau	n° de départ.	grand bassin versant	n° du secteur priorit.	cours d'eau	commune	commentaires sur le point proposé	réseau d'appartenance	X en km (z.l. II)	Y en km (z.l. II)
1a	SN	89	Yonne à l'amont de l'Armançon : F32	1	le Serein (à l'amont des vignes)	Chemilly-sur-Serein	au pont de la D 139		714,400	309,525
1b	SN	89	Yonne à l'amont de l'Armançon : F32	1	le Serein (à l'aval des vignes)	Maligny	au pont de la D 35		706,400	319,625
3	SN	89	Yonne aval et la Vanne : F35	3	le Ravillon	Champlay	au pont de la route Champlay-les-Vôves ; station de jaugeage limnimétrique sur le Thollon (cours d'eau voisin)		683,125	328,400
4	SN	89	Armançon aval : F34	4	le Creanton	Saint-Florentin (Avrolles)	au pont de la D 905		699,920	334,800
9	RMC	21	Tille : U12	9	la Tille	Champdôtre	à la station de jaugeage limnimétrique	réseau qualité RMC	824,560	246,310
10	RMC	21	Dheune : U30	10	le ru des Clous	Meursault	à la sortie aval de Meursault (pont de la N 74)		786,000	221,950
11	RMC	21	Saône (tronçon 1) et la Vouge : U14	11	la Bièvre	Brazey-en-Plaine	à la station de jaugeage limnimétrique		818,390	240,710
12	RMC	71	Seille : U34	12	la Servonne	Vincelles	pont de la D 413		821,100	188,250
13	RMC	71	Doubs : U27	13	la Guyotte	Saint-Bonnet-en-Bresse	pont de la D 115		816,630	209,825
14	RMC	71	Saône (tronçons 4, 5 et 6) : U34, U41 et U43	14	la Denante	Davayé	à la station de jaugeage limnimétrique et point du réseau		787,050	147,500
15	LB	58	Loire (tronçon 6) et le Nohain : K40	15	à trouver (carte IGN au 1/25 000)	Pouilly-sur-Loire	le ruisseau des Loges aux Loges		644,620	256,200
16	LB	58	Loire (tronçon 6) et le Nohain : K40	16	le Nohain	Saint-Martin-sur-Nohain	à la station de jaugeage limnimétrique		649,900	262,000
18	LB	58	Loire (tronçon 4) et l'Aron : K17	18	l'Andarge	Anlezy	au pont de la D 34 ; un peu plus à l'aval, ancienne station de jaugeage sur l'Andarge au Perrat		688,850	218,050
22	SN	21	Armançon amont et la Brenne : F33	22	l'Ozerain	Alise-Sainte-Reine	au pont de la D 103		761,050	283,300
23a	RMC	21	Ouche : U13	23	l'Ouche (à l'amont de Dijon)	Plombière-les-Dijon	à la station de jaugeage limnimétrique		799,821	262,563
23b	RMC	21	Ouche : U13	23	l'Ouche (à l'aval de Dijon)	Crimolois	à la station de jaugeage limnimétrique et point du réseau	qualité RMC	810,390	255,569

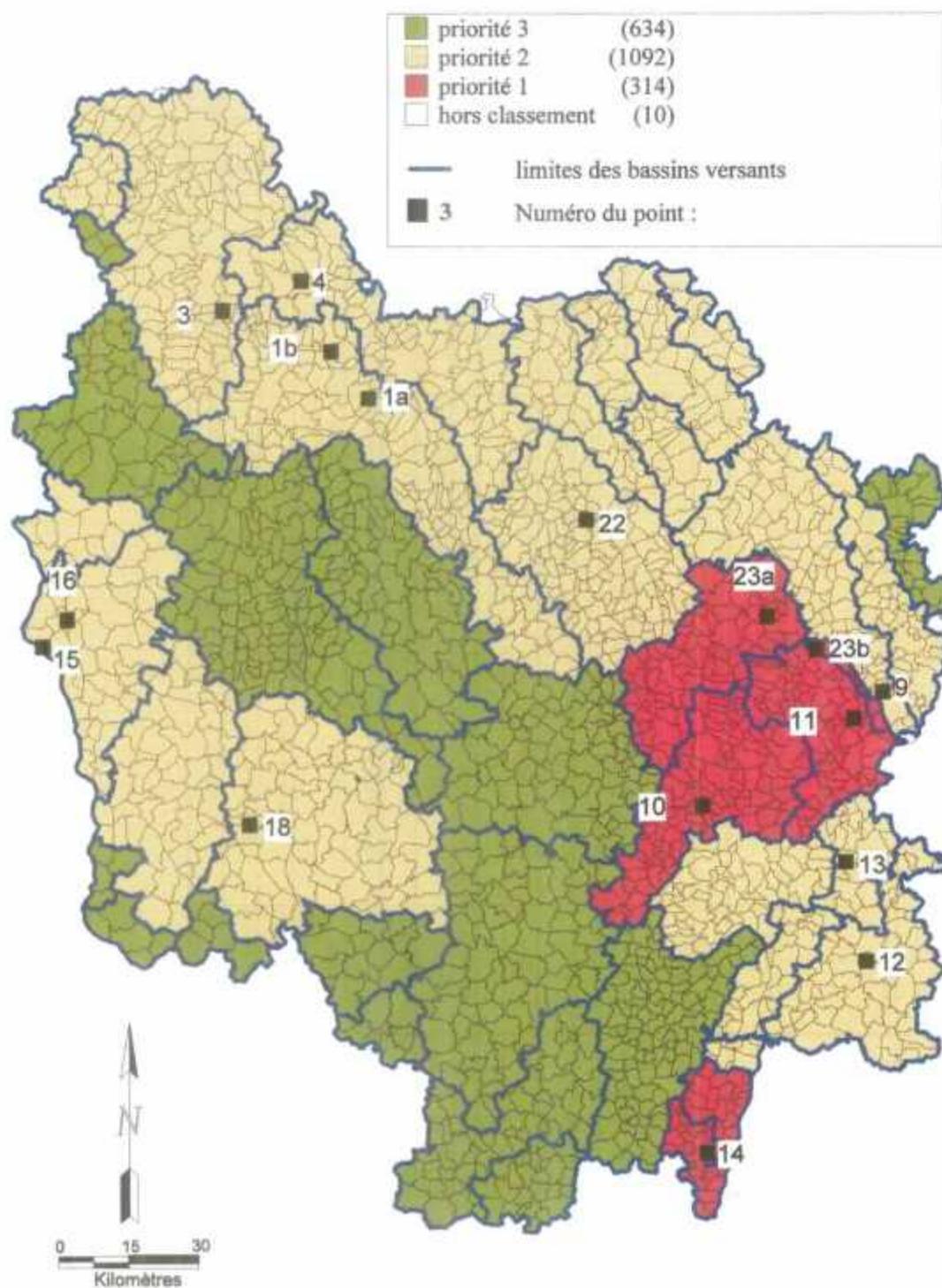


Fig. 2 - Carte de localisation des points proposés pour le suivi des produits phytosanitaires dans les eaux de surface en Bourgogne.

3.2. Remarques sur les points proposés

Points 1a et 1b : le secteur prioritaire 1 englobe les deux vignobles du département de l'Yonne, le vignoble d'Auxerre et celui de Chablis ; le seul cours d'eau permanent de ce secteur est le Serein qui traverse le deuxième des deux ; les deux points choisis sur le Serein, l'un immédiatement à l'amont de son entrée dans le secteur, l'autre immédiatement à l'aval de sa sortie, permettront, par comparaison des analyses, de mettre en évidence l'impact sur les eaux de surface du vignoble de Chablis ; par ailleurs, une station de jaugeage limnimétrique existe sur le Serein à Chablis, c'est-à-dire, à mi-chemin des deux points retenus.

Points 3 et 4 : les deux secteurs concernés par ces deux points sont situés en zone de forte pression polluante (systèmes cultureux à cultures pénalisantes : betteraves) mais à aptitude au ruissellement seulement moyenne. Leur intérêt réside dans le fait qu'ils sont associés à deux points de suivi des eaux souterraines – le point 5a pour le 4 et le point 5b pour le 3 - ; les comparaisons fournies par ces deux couples permettront de mettre en évidence les entraînements respectifs par ruissellement et par infiltration dans ces secteurs à forte pression polluante agricole.

Points 9 et 11 : ces deux points concernent la zone à très fort aléa de pollution des environs sud de Dijon (systèmes cultureux à très forte pression polluante : cultures légumières dont oignons ; nappes d'alluvions peu profondes) ; ces deux points sont également équipés de stations de jaugeage limnimétriques et le point 9 fait partie du réseau de qualité du bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

Points 10, 14 et 15 : ces points sont destinés à quantifier l'impact phytosanitaire sur les eaux de surface des vignobles bourguignons, vignoble de la Côte de Bourgogne pour le point 10, vignoble du Mâconnais pour le point 14 et vignoble de la Loire pour le point 15 ; ces points sont à l'issue de bassins versants à très forte aptitude au ruissellement et, en dehors des zones boisées ou en friches, à couverture de vignes presque exclusive.

Points 12 et 13 : les deux secteurs concernés par ces points sont représentatifs de la plaine de Bresse caractérisée par une forte aptitude au ruissellement, la faible présence, voire l'absence de ressources aquifères peu profondes et par des systèmes cultureux où alternent prairies et cultures à forte pression polluante, notamment maïs et soja ; le point 13, notamment, est l'exutoire d'un bassin versant où le système cultural à soja est particulièrement bien représenté.

Point 16 : ce point caractérise la seule zone du département de la Nièvre à fort aléa de pollution ; ce point sur le Nohain est aussi le siège d'une station de jaugeage limnimétrique ; dans ce bassin versant du Nohain, deux points de suivi des eaux souterraines ont aussi été choisis (points eau souterraine 20 et 25) ; comme pour les autres couples de points, les comparaisons des analyses effectuées sur ces trois points contribueront à différencier les produits transitant par ruissellement ou par infiltration.

Points 18 et 22 : ces deux points sont situés en bassins versants d'aléa moyen du fait d'une pression polluante faible (herbages dominants) mais d'une aptitude au ruissellement forte du fait de la nature argileuse des formations géologiques et des fortes pentes fréquentes ; l'impact phytosanitaire des systèmes cultureux concernés nécessite

un suivi du fait des évolutions qu'ils subissent actuellement avec, notamment, une extension des cultures (maïs).

Points 23a et 23b : ces deux points ont pour but de mettre en évidence l'impact phytosanitaire de l'agglomération dijonnaise (produits utilisés sur les espaces verts publics ou privés) ; comme pour les points 1a et 1b, il s'agira de comparer entre eux les résultats des analyses du point aval (23b) et du point amont (23a) ; l'intérêt de ce dispositif est accru du fait que l'agglomération est entièrement drainée par un seul cours d'eau, l'Ouche, et que les deux points choisis sont aussi des stations de jaugeage limnimétriques qui ont déjà permis des comparaisons intéressantes entre l'amont et l'aval, notamment concernant l'influence des zones imperméabilisées sur l'importance des crues ; on peut ajouter aussi le fait que le bassin de l'Ouche à l'amont de Plombière (point 23a) est très peu urbanisé, ce qui ne peut que contribuer à la netteté du signal recherché ; on signale enfin que le point aval (23b) fait partie du réseau qualité du bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

CARTE N°1

Systemes culturaux et autres occupations du sol



FRDONC
Bourgogne

Fédération Régionale de
Défense contre les Organismes
Nuisibles des Cultures



Direction Régionale
de l'Agriculture et de la Forêt



Service Régional de
Protection des Végétaux



AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE



Service Géologique Régional
Bourgogne



DIRECTION REGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT
BOURGOGNE

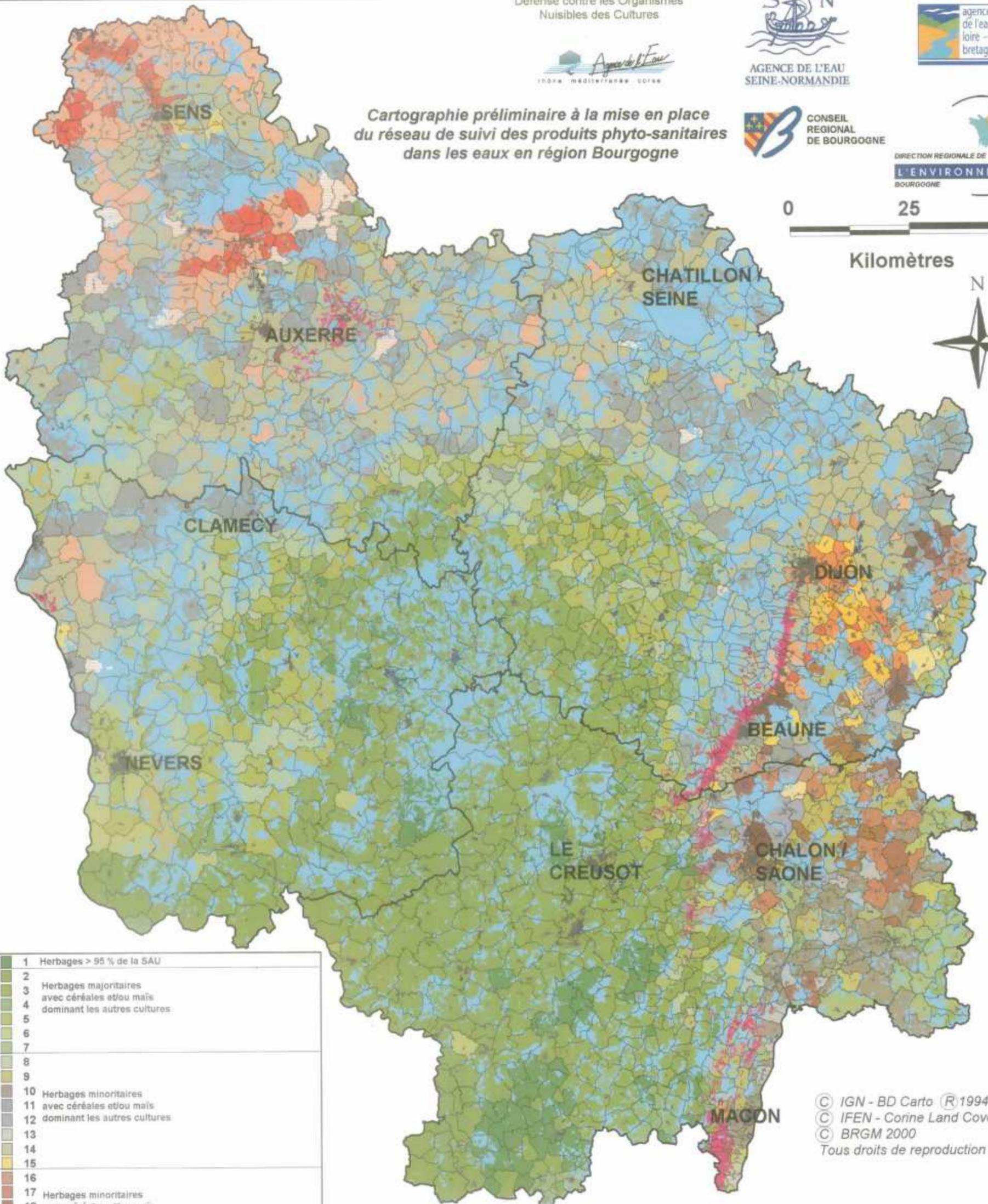


CONSEIL
REGIONAL
DE BOURGOGNE

Cartographie préliminaire à la mise en place
du réseau de suivi des produits phyto-sanitaires
dans les eaux en région Bourgogne

0 25 50

Kilomètres



1	Herbages > 95 % de la SAU
2	
3	Herbages majoritaires avec céréales et/ou maïs
4	dominant les autres cultures
5	
6	
7	
8	
9	
10	Herbages minoritaires
11	avec céréales et/ou maïs
12	dominant les autres cultures
13	
14	
15	
16	
17	Herbages minoritaires
18	avec céréales et/ou maïs
19	dominant les autres cultures
20	et plus de 5 % de soja
21	
22	Herbages minoritaires avec céréales et/ou maïs
23	dominant les autres cultures et plus de 5 % de pois
24	
25	Herbages minoritaires avec céréales et/ou maïs
26	dominant les autres cultures et plus de 5 % de betteraves
26	
27	Herbages minoritaires avec céréales et/ou
28	maïs dominant les autres cultures et plus de
29	5 % de cultures légumières
30	Vigne

Systemes culturaux
par commune
d'après SRPV, 2000
(données DRAF 1996-1998)

Occupations du sol non agricoles
d'après Corine Land Cover, 1992

- Zones urbaines
- Zones de Forêts
- Voies et étendues d'eau
- Limites de départements
- Limites de communes

© IGN - BD Carto (R) 1994
© IFEN - Corine Land Cover 1992
© BRGM 2000
Tous droits de reproduction réservés

CARTE N°2

Indices de pression polluante brute potentielle par les produits phytosanitaires d'origine agricole



FRDONC
Bourgogne
Fédération Régionale de
Défense contre les Organismes
Nuisibles des Cultures

Direction Régionale
de l'Agriculture et de la Forêt



Service Régional de
Protection des Végétaux



Service Géologique Régional
Bourgogne



AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE



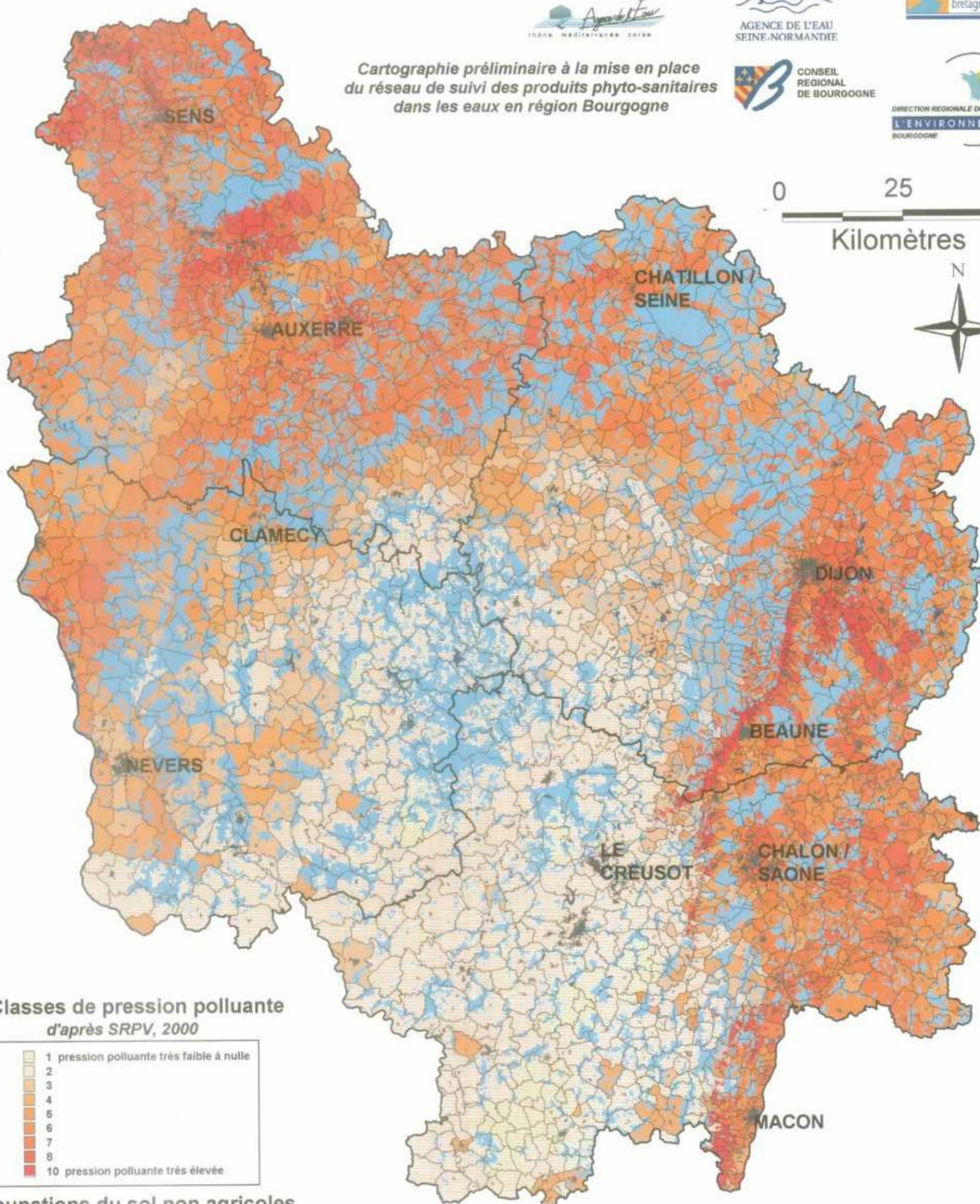
Cartographie préliminaire à la mise en place
du réseau de suivi des produits phyto-sanitaires
dans les eaux en région Bourgogne



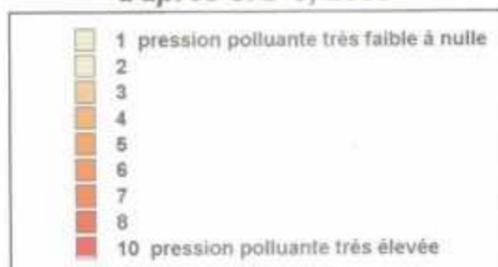
CONSEIL
REGIONAL
DE BOURGOGNE



DIRECTION REGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT
BOURGOGNE



Classes de pression polluante d'après SRPV, 2000



Occupations du sol non agricoles d'après Corine Land Cover, 1992

- Zones urbaines
- Zones de forêt
- Voies et étendues d'eau
- Limites de départements
- Limites de communes

© IGN - BD Carto (R) 1994
© IFEN - Corine Land Cover 1992
© BRGM 2000
Tous droits de reproduction réservés

CARTE N° 3

Vulnérabilité intrinsèque des eaux souterraines



Fédération Régionale de
Défense contre les Organismes
Nuisibles des Cultures



Direction Régionale
de l'Agriculture et de la Forêt



Service Régional de
Protection des Végétaux



AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE



Service Géologique Régional
Bourgogne



AGENCE DE L'EAU
LOIRE-BRETAGNE

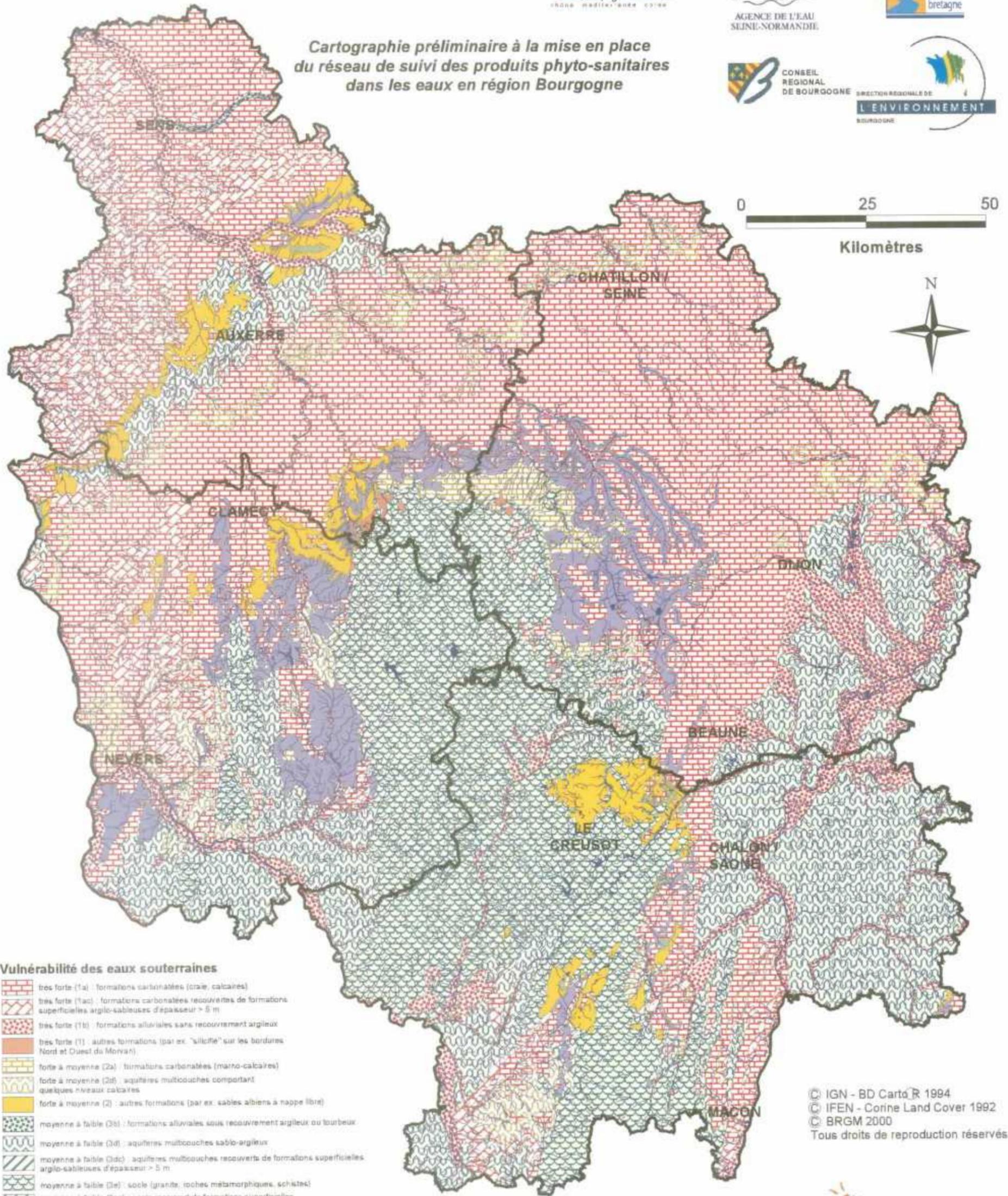


CONSEIL
REGIONAL
DE BOURGOGNE



DIRECTION REGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT
BOURGOGNE

Cartographie préliminaire à la mise en place
du réseau de suivi des produits phyto-sanitaires
dans les eaux en région Bourgogne



0 25 50

Kilomètres



Vulnérabilité des eaux souterraines

- très forte (1a) : formations carbonatées (craie, calcaires)
- très forte (1ac) : formations carbonatées recouvertes de formations superficielles argilo-sableuses d'épaisseur > 5 m
- très forte (1b) : formations alluviales sans recouvrement argileux
- très forte (1) : autres formations (par ex. "silicifé" sur les bordures Nord et Ouest du Morvan)
- forte à moyenne (2a) : formations carbonatées (marne-calcaires)
- forte à moyenne (2b) : aquifères multicoches comportant quelques niveaux calcaires
- forte à moyenne (2) : autres formations (par ex. sables albiens à nappe libre)
- moyenne à faible (3a) : formations alluviales sous recouvrement argileux ou tourbeux
- moyenne à faible (3b) : aquifères multicoches sablo-argileux
- moyenne à faible (3bc) : aquifères multicoches recouverts de formations superficielles argilo-sableuses d'épaisseur > 5 m
- moyenne à faible (3e) : socle (granite, roches métamorphiques, schistes)
- moyenne à faible (3ec) : socle recouvert de formations superficielles argilo-sableuses d'épaisseur > 5 m
- moyenne à faible (3) : autres formations
- faible (4) : argiles (Albien supérieur, Lias)

Limites de départements
 Voies et attendus d'eau

© IGN - BD Carthage 1994
© IFEN - Corine Land Cover 1992
© BRGM 2000
Tous droits de reproduction réservés



Cette carte a été établie dans le cadre d'une autre opération, commandée par la DRASS Bourgogne et entièrement réalisée par le BRGM, "Cartographie de la vulnérabilité à la pollution des eaux souterraines de la région Bourgogne".

CARTE N° 4

Aptitude au Ruissellement



FRDONC
Bourgogne
Fédération Régionale de
Défense contre les Organismes
Nuisibles des Cultures



Direction Régionale
de l'Agriculture et de la Forêt



Service Régional de
Protection des Végétaux



AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE

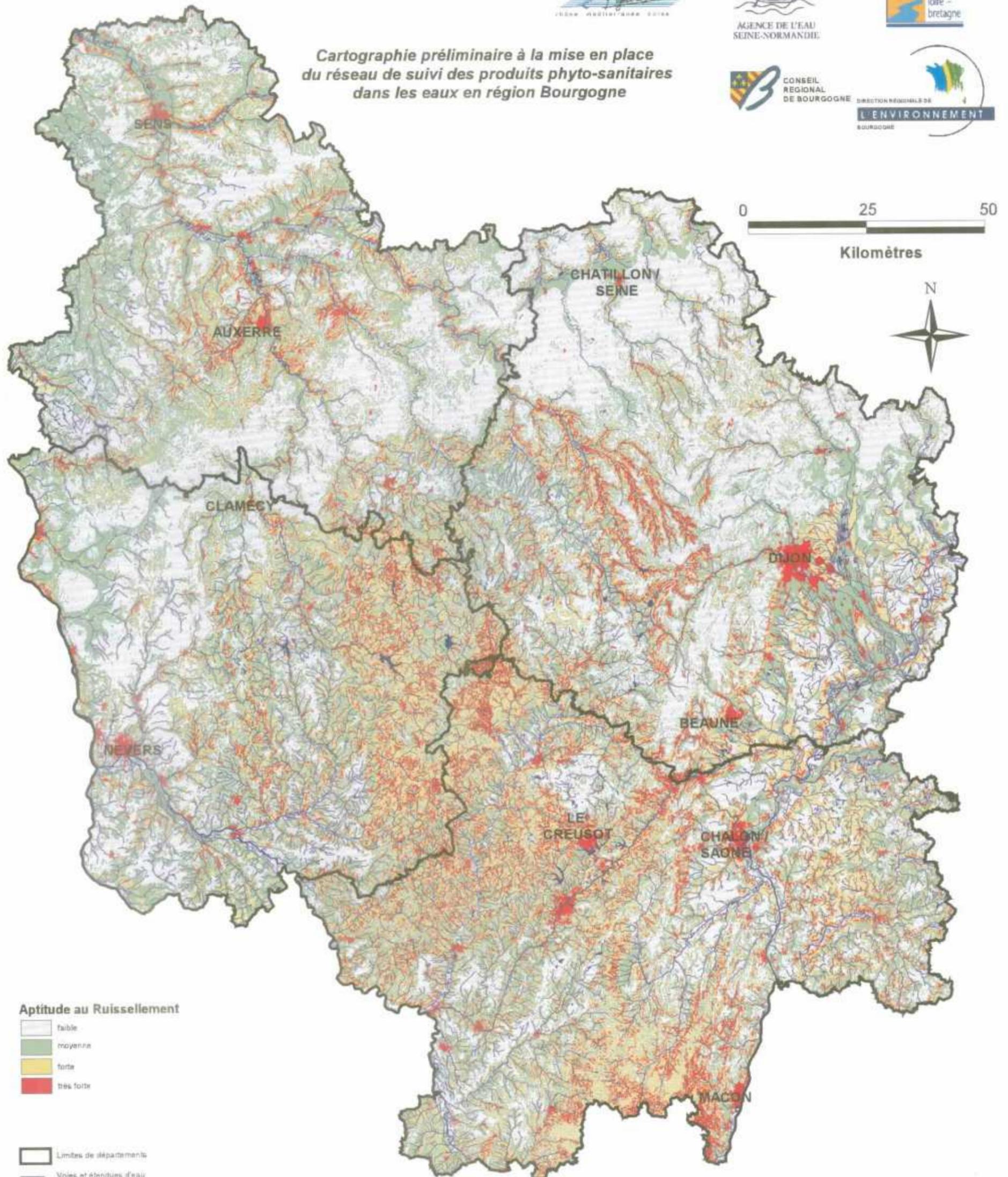


BRGM
Service Géologique Régional
Bourgogne



DIRECTION RÉGIONALE DE
L'ENVIRONNEMENT
BOURGOGNE

*Cartographie préliminaire à la mise en place
du réseau de suivi des produits phyto-sanitaires
dans les eaux en région Bourgogne*



Aptitude au Ruissellement

- faible
- moyenne
- forte
- très forte

- Limites de départements
- Voies et étendues d'eau

© IGN - BD Carthage 1994
© IFEN - Corine Land Cover 1992
© BRGM 2000
Tous droits de reproduction réservés

CARTE N° 5

Aléa de pollution des eaux souterraines par les produits phytosanitaires d'origine agricole



Fédération Régionale de Défense contre les Organismes Nuisibles des Cultures



Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt



Service Régional de Protection des Végétaux



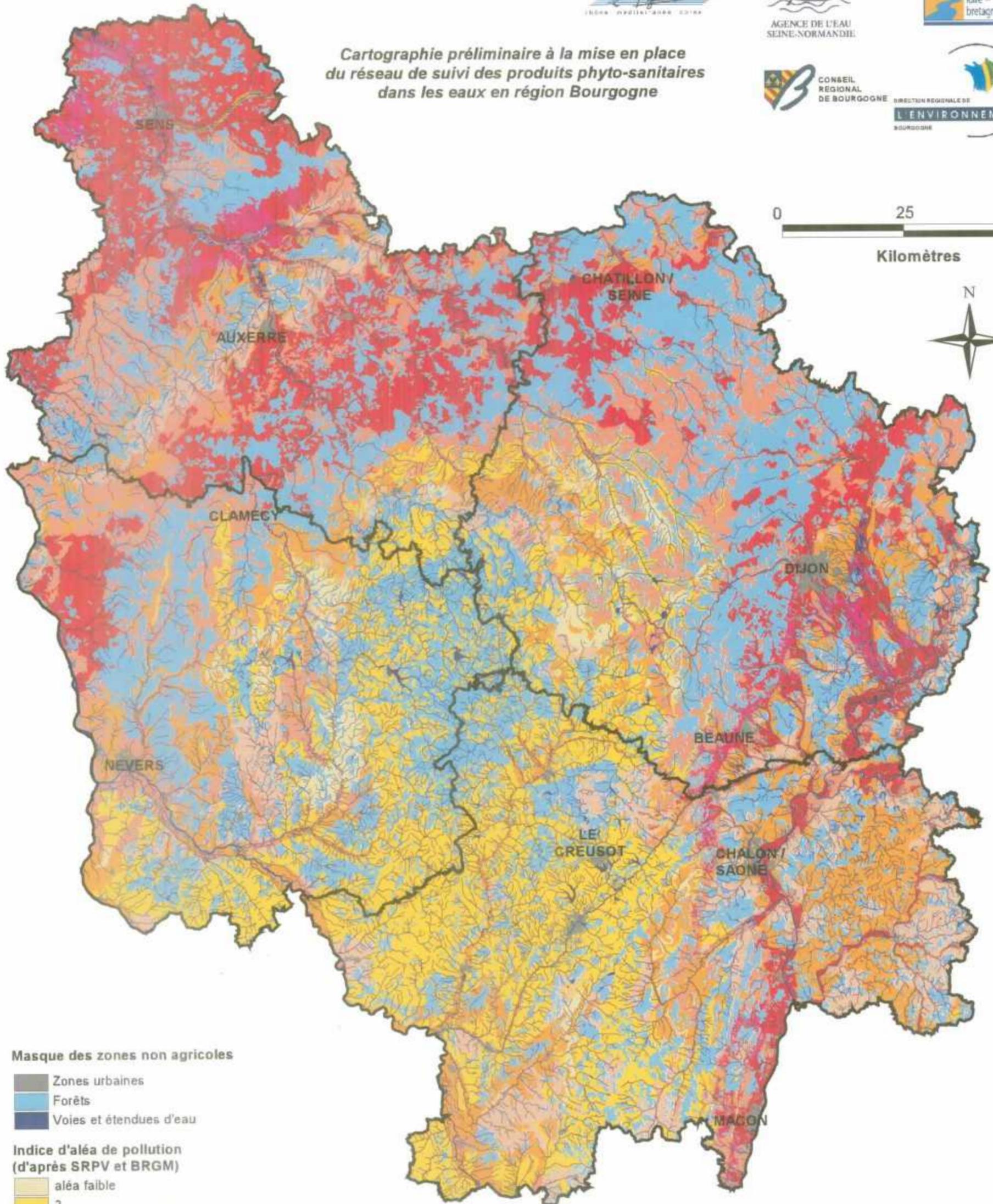
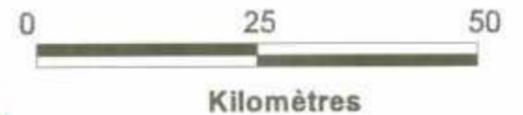
AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE



Service Géologique Régional Bourgogne



Cartographie préliminaire à la mise en place du réseau de suivi des produits phyto-sanitaires dans les eaux en région Bourgogne



Masque des zones non agricoles

- Zones urbaines
- Forêts
- Voies et étendues d'eau

Indice d'aléa de pollution (d'après SRPV et BRGM)

- aléa faible
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- aléa très fort

- Limite des départements
- Réseau hydrographique

© IGN - BD Carthage 1994
© IFEN - Corine Land Cover 1992
© BRGM 2000
Tous droits de reproduction réservés

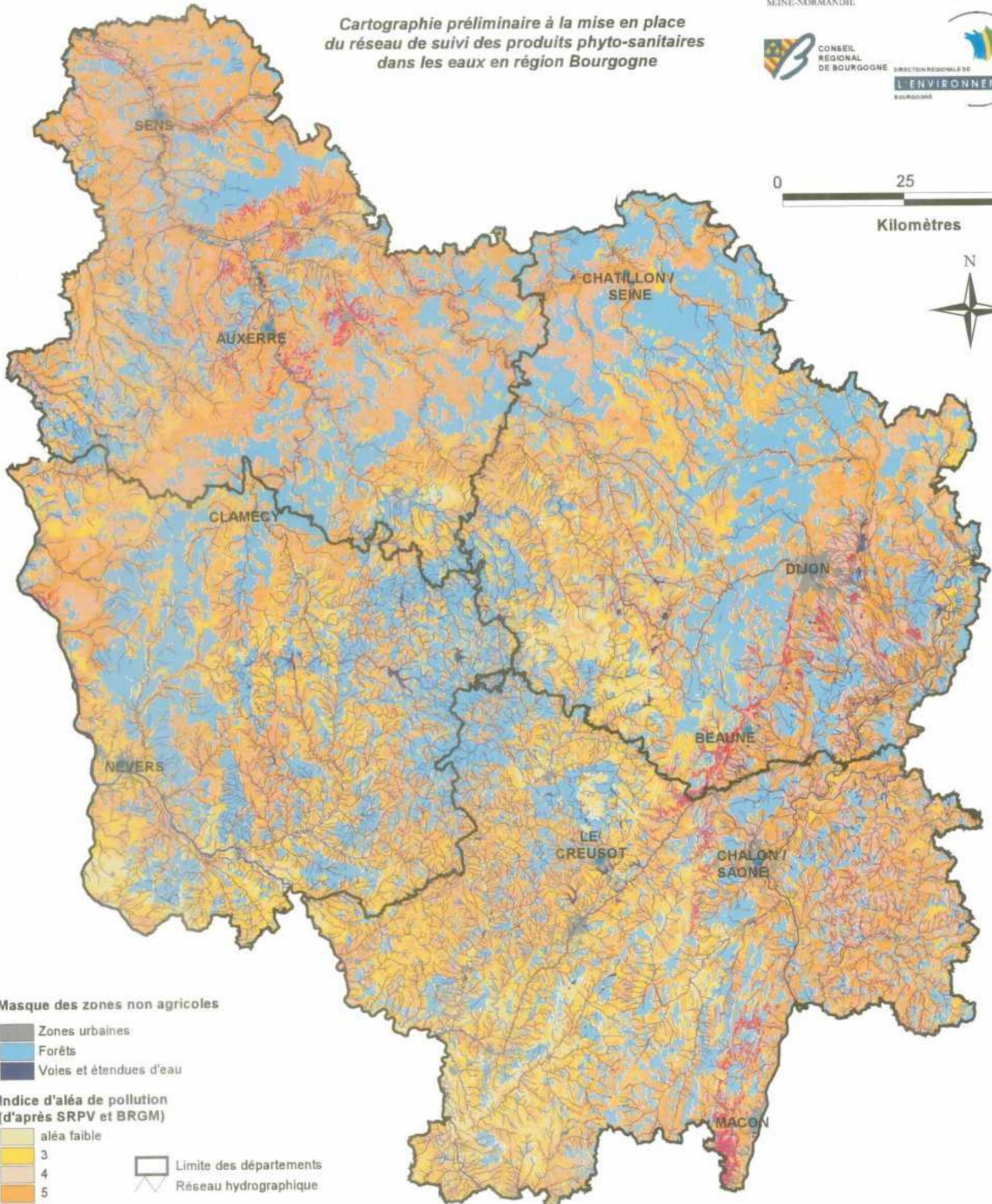
CARTE N° 6
Aléa de pollution des
eaux de surface
par les produits phytosanitaires
d'origine agricole



Direction Régionale
 de l'Agriculture et de la Forêt



*Cartographie préliminaire à la mise en place
 du réseau de suivi des produits phyto-sanitaires
 dans les eaux en région Bourgogne*



Masque des zones non agricoles

- Zones urbaines
- Forêts
- Voies et étendues d'eau

**Indice d'aléa de pollution
 (d'après SRPV et BRGM)**

- aléa faible
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- aléa très fort

- Limite des départements
- Réseau hydrographique

© IGN - BD Carthage 1994
 © IFEN - Corine Land Cover 1992
 © BRGM 2000
 Tous droits de reproduction réservés