

Détermination de la vitesse de transfert des nitrates en zone non saturée crayeuse

Phase 1 : Identification des différents contextes
hydrogéologiques

BRGM/RP-53357-FR
septembre 2004

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Service public du BRGM 2003-EAU-E03

E. ROUXEL-DAVID
Avec la collaboration de
N. BARAN

Mots clés :

Champagne-Ardenne, Ardennes, Aube, Marne, La Retourne, nappe de la craie, vulnérabilité, sensibilité, nitrates.

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

ROUXEL-DAVID E., BARAN N. (2004) - Détermination de la vitesse de transfert des nitrates en zone non saturée crayeuse. Phase 1 : Identification des différents contextes hydrogéologiques. Rapport BRGM/RP-53357-FR.

© BRGM, 2004, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Sommaire

1. INTRODUCTION	5
1.1. OBJECTIF	5
1.2. ZONE D'ÉTUDE RETENUE	5
2. MÉTHODOLOGIE	7
2.1. BASE DE LA MÉTHODE APPLIQUÉE	7
2.2. ADAPTATIONS APPORTÉES	7
3. PARAMÈTRES PRIS EN COMPTE	9
3.1. LITHOLOGIE DE RECOUVREMENT	9
3.2. TOURBES	11
3.3. TOPOGRAPHIE	13
3.4. PROFONDEUR DU NIVEAU SOUS LE SOL	15
4. CARTES DE VULNÉRABILITÉ	19
4.1. CROISEMENT DES PARAMÈTRES	19
4.2. COMMENTAIRE DES CARTES	20
5. CARTES DE SENSIBILITÉ	27
5.1. DÉFINITION DES CLASSES	27
5.2. COMMENTAIRE DES CARTES	28
6. BASSINS RETENUS POUR LES PHASES 2 ET 3	31
6.1. CRITÈRES DE CHOIX	31
6.2. BASSINS RETENUS	31
6.2.1. <i>La Retourne de sa source au confluent de l'Aisne (H136)</i>	31
6.2.2. <i>L'Aube du confluent de la Superbe (exclu) au confluent du Canal de Choiseul (inclus) (F158)</i>	32
ANNEXE	39

Liste des figures

Figure 1 - Présentation de la surface d'étude	6
Figure 2- Carte de formations géologiques (extrait de la carte géologique au millionième de la France, 1996) et carte des classes de vulnérabilité établies sur ce paramètre	10
Figure 3 - Carte des zones tourbeuses et marécageuses connues et cartographiées	12
Figure 4 – Carte des pentes (calculées à partir du MNT) de la zone d'étude et Carte de répartition des notes pour le paramètre "topographie"	14

Figure 5 – Extrait de la carte à 1/250.000 des nappes d'eau souterraine utilisée comme source froide des pompes à chaleur (BRGM, 1987)	16
Figure 6 - Répartition des notes, paramètre "profondeur du niveau"	17
Figure 7 - Indice final de vulnérabilité (topographie prise en compte).....	21
Figure 8 - Indice final de vulnérabilité (Topographie non prise en compte), carte brute.	22
Figure 9 - Indice final de vulnérabilité, carte simplifiée	23
Figure 10 – Cartes synthétiques : Vulnérabilité négligeable à nulle (Classe 1) et Vulnérabilité faible (Classe 2)	24
Figure 11 – Cartes synthétiques : Vulnérabilité modérée (Classe 3) et Vulnérabilité forte (Classe 4).....	25
Figure 12 -Typologie de l'occupation du sol (Corine Land-Cover, 1996)	29
Figure 13 - Typologie de l'occupation du sol (Corine Land-Cover, 1996), Epanchages pris en compte (Données DRIRE Champagne-Ardenne).....	30
Figure 14 - Localisation des deux bassins versants retenus à l'échelle de la nappe de la craie.....	34
Figure 15 - Piézométrie de la nappe de la craie à l'échelle des deux bassins retenus	35

Liste des tableaux

Tableau 1: Paramètres pris en compte dans l'élaboration des cartes de vulnérabilité et de sensibilité du milieu souterrain aux risques de pollution (Ricour, 1988).....	8
Tableau 2 – Paramètre Lithologie de recouvrement, détail des catégories définies	9
Tableau 3 – Modalités de prise en compte du paramètre "Zones tourbeuses et marécageuses"	11
Tableau 4 – Notes prises en compte pour le paramètre Topographie.	13
Tableau 5 – Notes prises en compte pour le paramètre Profondeur de la nappe et correspondance avec les catégories établies en 1987	15
Tableau 6 - Méthode de croisement pondéré retenue.....	19
Tableau 7 - Pondération des paramètres, Essais de sensibilité.....	19
Tableau 8 - Degré de vulnérabilité exprimé par classe	20
Tableau 9 – Types d'occupations du sol Corine Land-Cover pris en compte	27
Tableau 10 - Superficie totale par classe (Traitement des données Corine Land-Cover, 1996 et DRIRE, 2003).....	28

1. Introduction

1.1. OBJECTIF

Les analyses régulièrement effectuées par les DDASS ou dans le cadre de réseaux de suivi montrent parfois des teneurs préoccupantes en nitrates alors que dans certains cas et depuis de nombreuses années, les usages agricoles sont raisonnés au plus juste. Parce que les mécanismes et les vitesses de transport au sein de la zone non saturée et de la zone saturée sont mal connus mais aussi parce que les stocks de solutés dans la zone non saturée sont inconnus, l'évolution de la qualité de la nappe à moyen terme n'est pas prévisible.

Le projet, qui s'articule en trois phases, a pour objectif de permettre à moyen terme de déterminer les vitesses de circulation dans la zone non saturée et de prévoir l'évolution de la qualité de la nappe de la craie à l'échelle de bassins hydrogéologiques.

La première phase, dont ce rapport fait état, doit permettre d'identifier différents contextes hydrogéologiques à l'échelle de la région. C'est sur la base de ce travail ainsi que sur l'inventaire des données disponibles que pourront être désignés les bassins dans lesquels le programme d'étude in situ s'appliquera.

Les cartes produites dans ce document doivent donc constituer des éléments de réflexion pour la suite de l'étude.

1.2. ZONE D'ÉTUDE RETENUE

La zone d'étude prend en compte les bassins versants topographiques (BD Carthage) de la région Champagne-Ardenne situés totalement ou presque sur la zone d'affleurement du faciès crayeux du Turonien supérieur et du Sénonien, Crétacé Supérieur (Figure 1). La superficie intéressée par cette première phase est donc de 8 741 km².

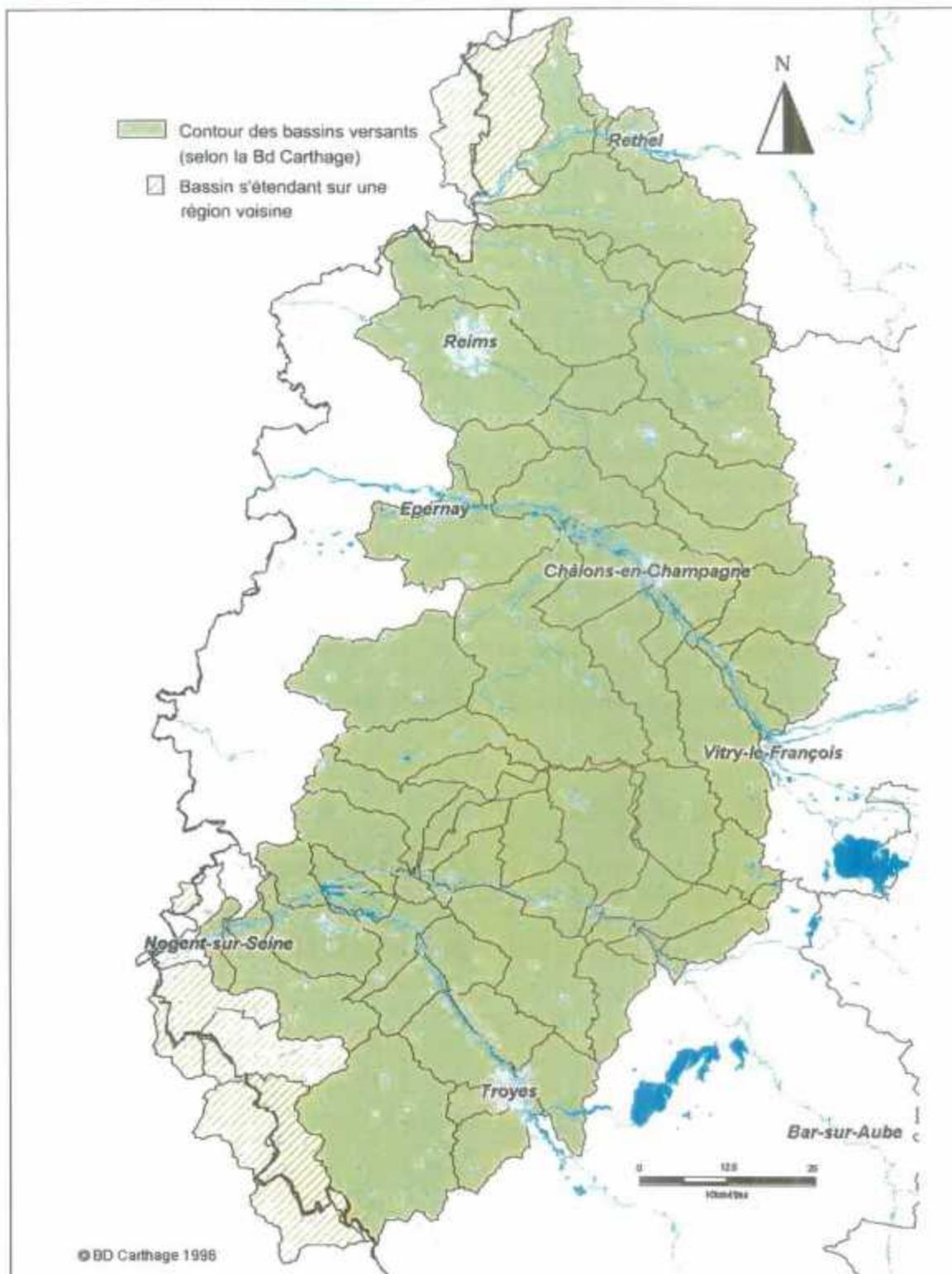


Figure 1 - Présentation de la surface d'étude

2. Méthodologie

Cette première phase consistait à identifier différents types de contextes hydrogéologiques par une **approche multicritère** consistant à croiser des éléments discriminants d'ordre géologique, hydrogéologique et géomorphologique.

2.1. BASE DE LA MÉTHODE APPLIQUÉE

Une approche de la **vulnérabilité de l'aquifère** a donc été menée. Le terme de *vulnérabilité intrinsèque* est utilisé pour caractériser de manière globale la sensibilité des eaux souterraines aux contaminations générées par l'activité humaine. Il prend en considération les caractéristiques géologiques, hydrologiques et hydrogéologiques du milieu naturel. Ceci correspond bien à l'objectif visé.

Pour qualifier cette vulnérabilité, la méthode élaborée par J. Ricour (1988) dans le cadre d'une application à la nappe de la craie dans le secteur de Guines (Pas-de-Calais) a été utilisée et adaptée.

Chaque critère pris en compte (Tableau 1) est cartographié avec un indice - ou note (n) - traduisant des degrés de vulnérabilité vis-à-vis d'une pollution. Un facteur de pondération est ensuite appliqué aux différents critères afin de relativiser leur importance respective en terme de vulnérabilité. L'indice de vulnérabilité final est la somme pondérée des quatre paramètres. La carte ainsi obtenue permettra de visualiser le degré relatif de vulnérabilité d'un secteur de la zone étudiée, la vulnérabilité augmentant dans le même sens que l'indice.

2.2. ADAPTATIONS APPORTÉES

La méthode définie par J. Ricour (1988), présentant l'avantage d'associer des poids relatifs à chaque paramètre adaptés au contexte crayeux, a toutefois nécessité quelques adaptations.

Ceci concerne en particulier le paramètre *Zone fracturée* qui représente un des facteurs conditionnant la migration des fluides vers la nappe. En effet, les discontinuités verticales telles que les failles peuvent augmenter les vitesses d'infiltration depuis la surface vers la nappe. Cette information n'apparaît pas sur beaucoup de cartes géologiques au 1/50 000 et n'a donc jamais fait l'objet de numérisation à l'échelle de la région. Ainsi cette information, non disponible sur toute la zone d'étude, ne pouvait pas être traitée directement.

En milieu crayeux, le cheminement des eaux souterraines est influencé par la fracturation (M. Price, 1997). En effet, selon leur densité et leur ouverture (liée à la dissolution), la présence de diaclases ou de fractures amène une modification locale des caractéristiques hydrodynamiques. Les réseaux de fractures et de diaclases

Détermination de la vitesse de transfert des nitrates en zone non saturée crayeuse
Phase 1 : Identification des différents contextes hydrogéologiques.

déterminent par ailleurs souvent l'orientation des cours d'eau qui drainent les eaux souterraines. Pour ces raisons, on peut considérer que le paramètre *Zone fracturée* est déjà indirectement abordé par le biais du paramètre *Profondeur du niveau sous le sol*.

Par ailleurs, les tourbes ayant un rôle dénitrifiant, les zones tourbeuses et marécageuses connues et cartographiées ont été intégrées comme critère supplémentaire au raisonnement.

	Paramètre	Poids global	Vulnérabilité croissante et poids relatif de chaque paramètre			
			-	→		+
Carte de vulnérabilité	Lithologie et recouvrement	1	Argile sur craie	Alluvions sur craie	Limons sur craie	Craie en affleurement
			0	1	2	3
	Topographie	0,5	Pente > 10%	5 < pente ≤ 10%	1 < pente ≤ 5%	pente ≤ 1%
			1	2	3	4
	Profondeur du niveau sous le sol	0,5	Profondeur > 30m	15 < profondeur ≤ 30m	5 < profondeur ≤ 15m	profondeur ≤ 5m
1			2	3	4	
Zone fracturée	1	Zone linéamentaire susceptible de correspondre à des zones fracturées				
			1			
Carte de sensibilité	Typologie de l'occupation du sol	Superposition par classe à la carte de vulnérabilité	<u>Classe 1</u> Forêts, friches	<u>Classe 2</u> Milieu agricole et marécageux	<u>Classe 3</u> Milieu urbain et industriel, routes, carrières, décharges,...	

Tableau 1: Paramètres pris en compte dans l'élaboration des cartes de vulnérabilité et de sensibilité du milieu souterrain aux risques de pollution (Ricour, 1988)

3. Paramètres pris en compte

3.1. LITHOLOGIE DE RECOUVREMENT

Ce critère d'ordre géologique détermine le caractère captif ou libre de la nappe. L'absence d'horizon imperméable entre la surface et le toit de la nappe libre lui confère un caractère plus vulnérable que lorsqu'elle est captive, et qu'elle est alors protégée par des formations imperméables. Parce que les argiles constituent une couverture imperméable protégeant la craie de tout risque de contamination, la note minimale (Tableau 2) est de 0 (vulnérabilité nulle).

Catégorie	note	Formations géologiques
Argile sur craie	0	- Oligocène - Eocène moyen et supérieur - Paléocène et Eocène inférieur
Alluvions sur craie	1	- Holocène (alluvions récentes)
Limons sur craie	2	- Pléistocène (alluvions anciennes)

Tableau 2 – Paramètre Lithologie de recouvrement, détail des catégories définies

Pour établir la carte des classes de vulnérabilité liée à ce paramètre, la carte géologique nationale au millionième numérique a été utilisée (Figure 2). Bien qu'elles présentent une meilleure précision, les cartes géologiques au 1/50 000 n'ont pas été utilisées parce qu'elles ne sont pas disponibles au format numérique. Par ailleurs, l'échelle régionale de ce travail ne nécessite pas une telle précision.

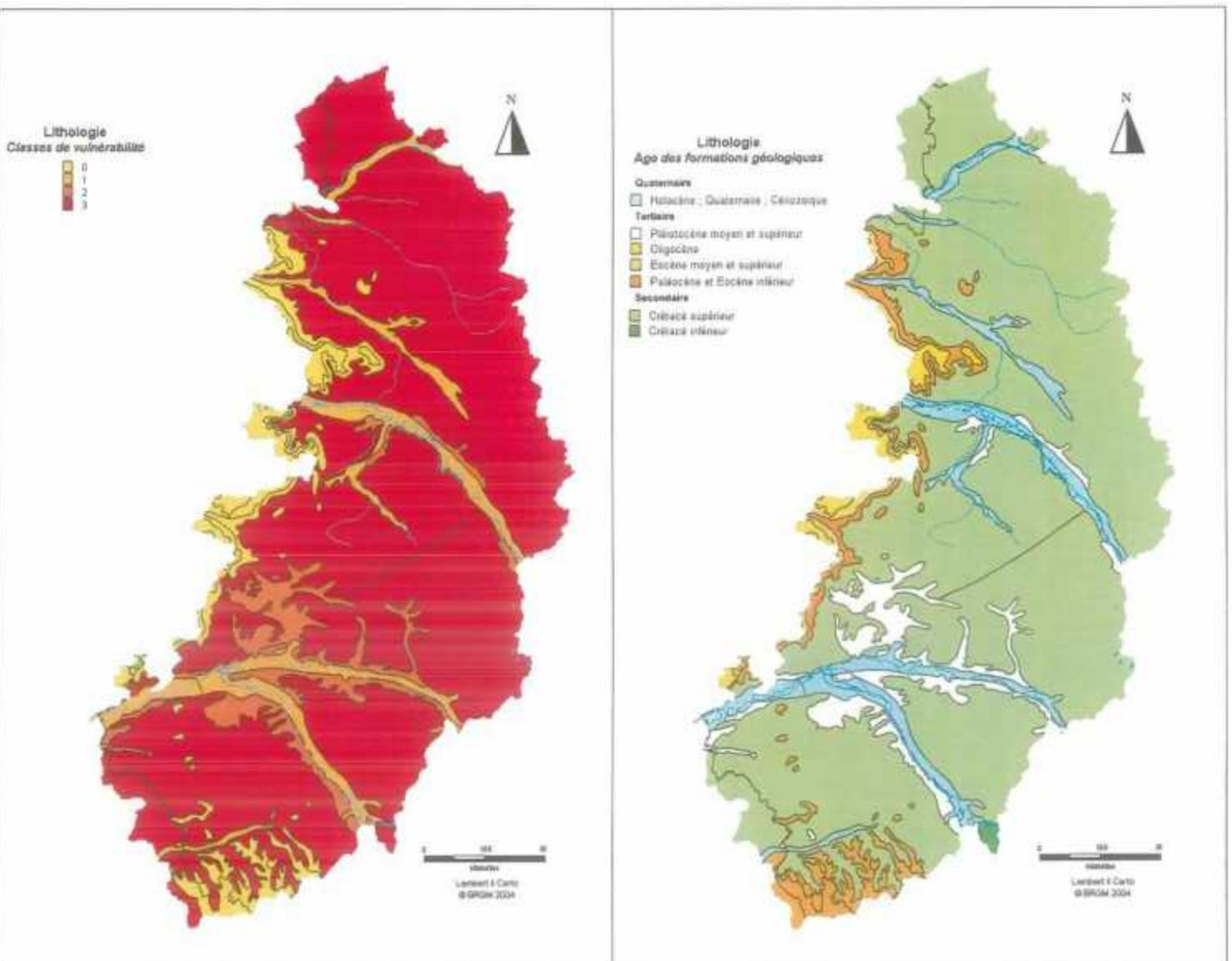


Figure 2- Carte de formations géologiques (extrait de la carte géologique au millionième de la France, 1996) et carte des classes de vulnérabilité établies sur ce paramètre.

3.2. TOURBES

Les zones tourbeuses et marécageuses constituent un horizon recouvrant localement la craie. Ces formations ont un rôle dénitrifiant avéré et contribuent donc à réduire la migration des nitrates vers la nappe sous-jacente.

Ce paramètre a donc été ajouté au modèle initial. Le poids à affecter est le même que pour le paramètre «Lithologie et recouvrement» puisque les tourbes constituent aussi un horizon de recouvrement de la craie. Les tourbes ayant un rôle de dénitrification, elles contribuent à réduire le risque. Lorsqu'elles sont présentes, leur poids ne doit donc pas alourdir l'indice total de la vulnérabilité mais – au contraire - l'alléger. Par conséquent chaque polygone décrivant une zone tourbeuse ou marécageuse a été affecté d'une note négative "-1" (Tableau 3).

Paramètre	Poids global	Note
Zone tourbeuse ou marécageuse	1	- 1

Tableau 3 – Modalités de prise en compte du paramètre "Zones tourbeuses et marécageuses"

Le contour des zones tourbeuses pris en compte est celui réalisé dans le cadre des Schémas des Carrières Départementaux des Ardennes, de la Marne et de l'Aube (Figure 3). Pour les zones marécageuses, c'est la table *Zones_hydro_complexes_ZHT* de la Bd_Carthage (© IGN – 1996) qui a été exploitée.

La base de donnée Corine Land-Cover (IFEN, 1996) devait également compléter cette approche. Ce fichier donne en effet l'emprise de 45 types d'occupations du sol différentes interprétées sur les images du satellite Landsat Thematic-Mapper (résolution 30 m) avec une précision de 1/100 000.

Parmi les différents types d'occupation du sol différenciés dans le fichier Corine Land-Cover, celles concernant les zones tourbeuses ou marécageuses sont :

- 411 : Marais intérieurs
- 412 : Tourbières

Les polygones correspondant à ces indices ont donc été extraits. La surface établie de cette manière étant nettement inférieure à celle établie grâce aux autres sources d'information, l'exploitation du fichier Corine Land-Cover n'a pas été retenue.

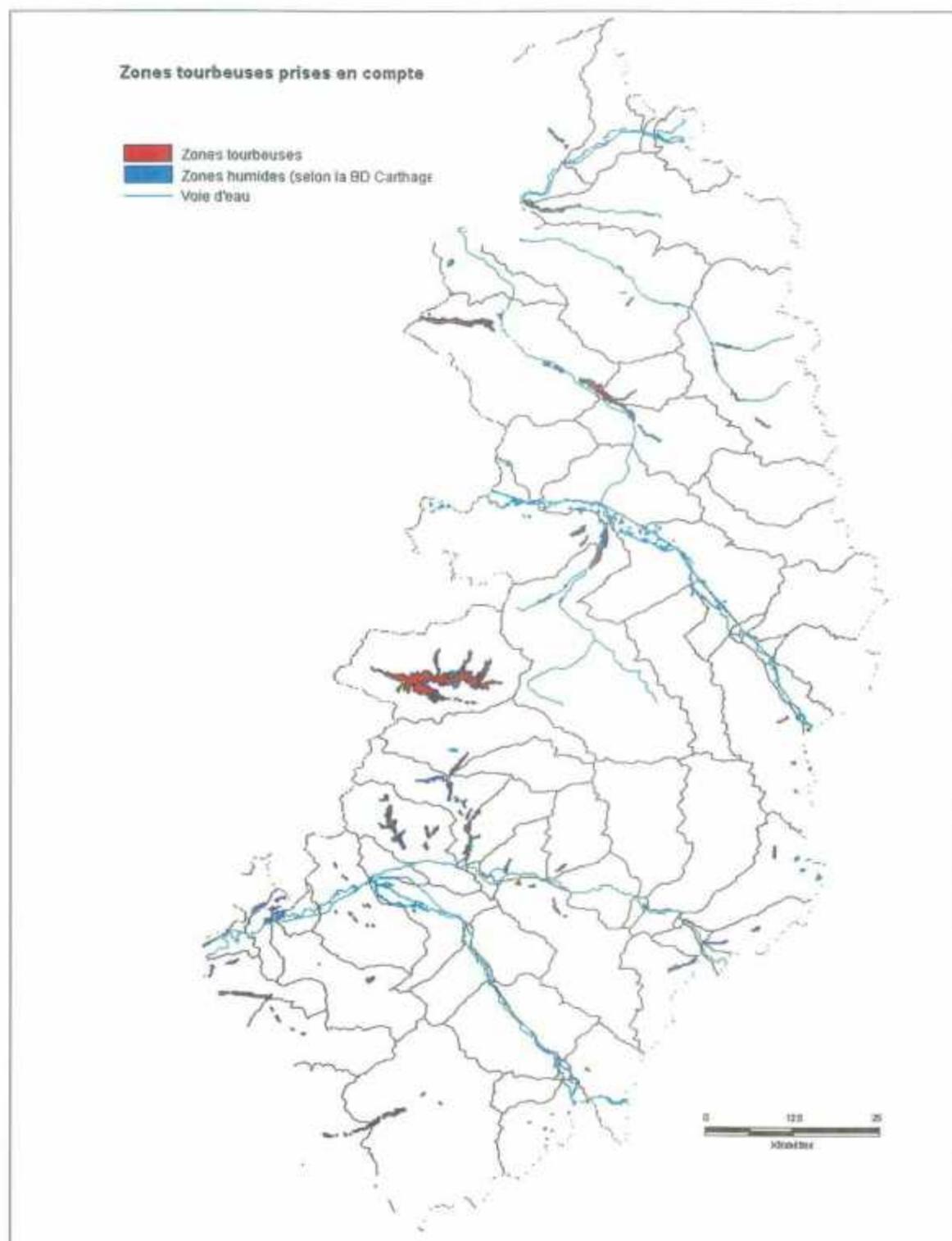


Figure 3 - Carte des zones tourbeuses et marécageuses connues et cartographiées

3.3. TOPOGRAPHIE

Le ruissellement, et donc la quantité d'eau s'infiltrant, dépend entre autre de la pente (issue du MNT, Modèle Numérique de Terrain). Par ailleurs, la pente est susceptible de favoriser le déplacement des pollutions et de participer à leur concentration dans des secteurs favorables à l'infiltration.

A partir du MNT a été établie la carte des pentes sur la zone étudiée (Figure 4). Ces pentes ont été réparties en 4 classes notées de 1 à 4 telles qu'elles sont indiquées dans le tableau 4.

Pente>10%	5<pente≤10%	1<pente≤5%	pente≤1%
1	2	3	4

Tableau 4 – Notes prises en compte pour le paramètre Topographie.

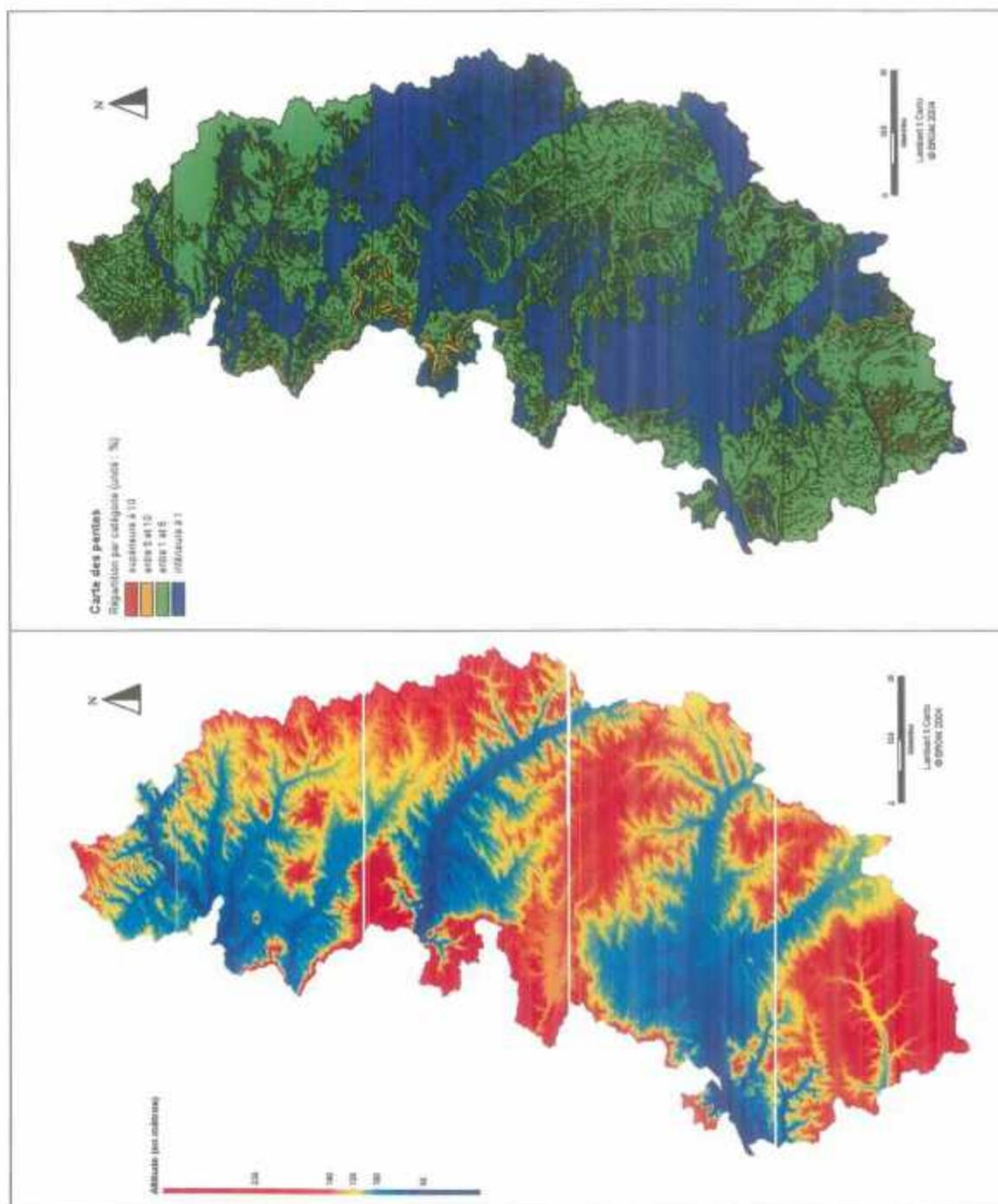


Figure 4 – Carte des pentes (calculées à partir du MNT) de la zone d'étude et Carte de répartition des notes pour le paramètre "topographie"

3.4. PROFONDEUR DU NIVEAU SOUS LE SOL

L'épaisseur de la zone non saturée (ZNS) conditionne le temps de transfert d'un polluant tels que les nitrates jusqu'à la nappe.

Dans le but d'exploiter des données issues de mesures de terrain, la réalisation de la carte d'épaisseur de ZNS avec la carte piézométrique établie en hautes eaux 2002 et le MNT de la région Champagne-Ardenne a d'abord été essayée mais a échoué. Cet échec tient à la différence de maillage des points interpolés. En effet, le MNT est constitué par un maillage à maille carrée de 50 m de côté tandis que la carte piézométrique 2002 est faite des points espacés de manière aléatoire (selon les mesures qui ont été effectuées sur le terrain).

Finalement, c'est la carte à 1/250.000 des nappes d'eau souterraine utilisée comme source froide des pompes à chaleur (BRGM, 1987) qui a été ici exploitée. Dans ce document, les distinctions entre classes ont été élaborées à partir des connaissances acquises sur les aquifères de la région Champagne-Ardenne et synthétisées dans des documents géologiques à diverses échelles selon :

- la lithologie des formations géologiques,
- la position géomorphologique des affleurements,
- la position des réseaux hydrographiques de surface par rapport aux aquifères,
- la morphologie des aquifères,
- les caractéristiques hydrauliques des divers aquifères (transmissivité, coefficient d'emménagement et productivité connus sur des ouvrages de captage, ou extrapolés à des parties d'aquifère).

Concernant l'aquifère crayeux, cette carte (Figure 5) subdivise les affleurements en 6 catégories en fonction de critères comme la profondeur de la nappe, qui détermine la majeure partie de sa productivité et de sa sensibilité à la pollution.

Dans ce document de 1987, aucune valeur de profondeur chiffrée n'est mentionnée. Toutefois, la connaissance générale de cet aquifère a permis de regrouper les 6 catégories en 4 intervalles de profondeurs (Figure 6 et tableau 5) pour en permettre l'utilisation dans le croisement selon la méthode décrite au chapitre 2.

	Profondeur >30m	15<profondeur ≤ 30m	5<profondeur ≤ 15m	profondeur ≤ 5m
Catégories initiales (BRGM, 1987)	6 et 5	4	3	2 et 1
Note	1	2	3	4

Tableau 5 – Notes prises en compte pour le paramètre Profondeur de la nappe et correspondance avec les catégories établies en 1987.

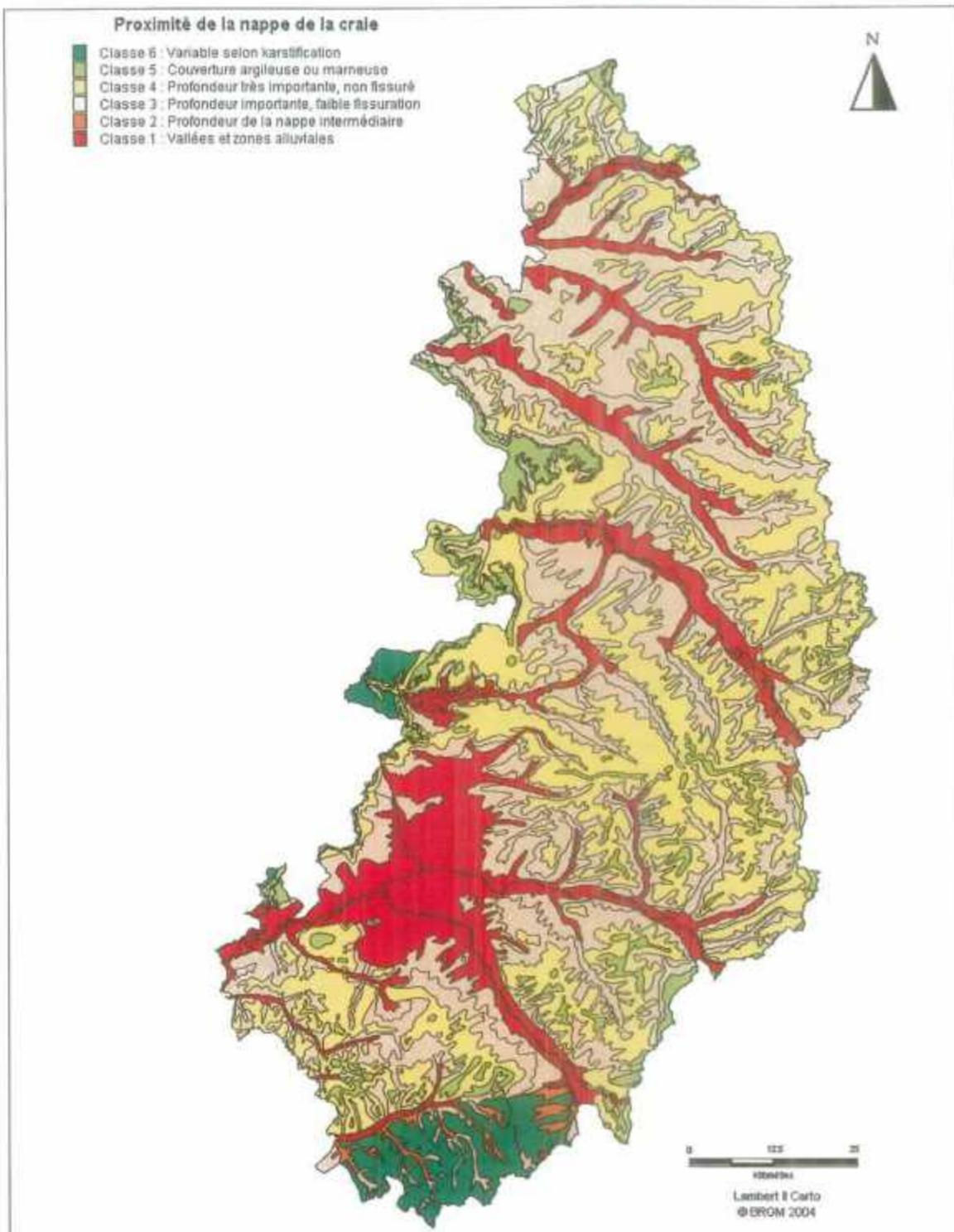


Figure 5 – Extrait de la carte à 1/250.000 des nappes d'eau souterraine utilisée comme source froide des pompes à chaleur (BRGM, 1987)

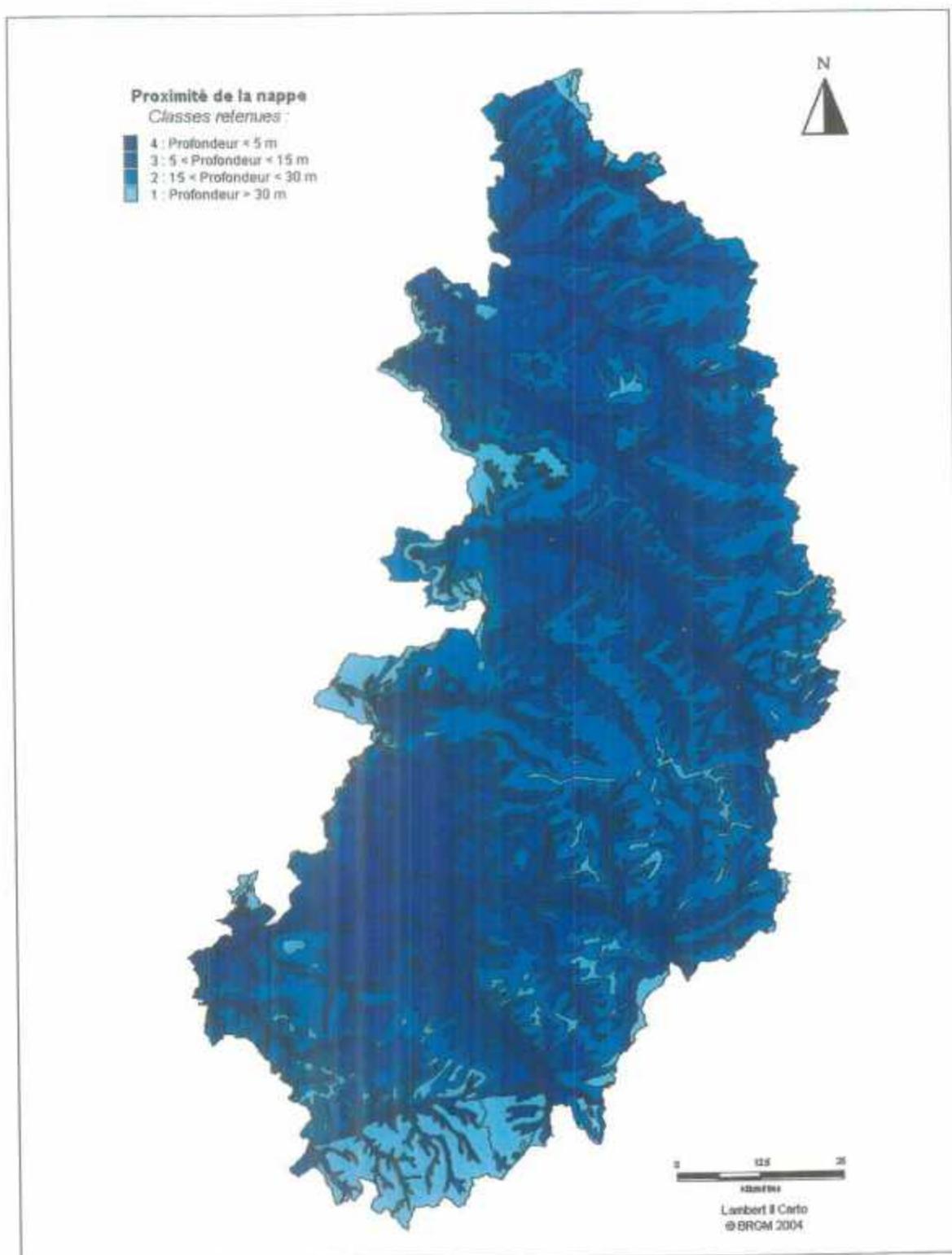


Figure 6 - Répartition des notes, paramètre "profondeur du niveau"

Détermination de la vitesse de transfert des nitrates en zone non saturée crayeuse
Phase 1 : Identification des différents contextes hydrogéologiques.

4. Cartes de vulnérabilité

4.1. CROISEMENT DES PARAMÈTRES

La somme pondérée des notes attribuées pour les trois premiers paramètres (*géologie, pente et hydrogéologie*) comme indiqué dans le tableau 6 donne un indice final variant entre 1 et 7 – soit 13 valeurs possibles (Figure 7).

Paramètre	Poids global	- Vulnérabilité croissante et poids relatif de chaque paramètre +			
		Argile sur craie	Alluvions sur craie	Limons sur craie	Craie en affleurement
Lithologie et recouvrement	1	0	1	2	3
Topographie	0,5	Pente >10%	5 < pente ≤ 10%	1 < pente ≤ 5%	pente ≤ 1%
		1	2	3	4
Profondeur du niveau sous le sol	0,5	Profondeur >30m	15 < profondeur ≤ 30m	5 < profondeur ≤ 15m	profondeur ≤ 5m
		1	2	3	4

Tableau 6 - Méthode de croisement pondéré retenue

Afin de conforter ce choix, des essais de sensibilité ont été réalisés en variant le poids accordé à chaque paramètre. Les cartes résultant des essais décrits dans le tableau 7 sont présentées en annexe.

	Lithologie et recouvrement	Topographie	Profondeur du niveau sous le sol
Retenu	1	0,5	0,5
Essai 1	1	1	1
Essai 2	1	0,5	1
Essai 3	1	1	0,5

Tableau 7 - Pondération des paramètres, Essais de sensibilité

Le paramètre *Topographie* a finalement été abandonné dans la cartographie finale de la vulnérabilité. En effet, malgré l'intérêt certain que représente ce paramètre, les cartes montrent que ce paramètre ne fait qu'augmenter les nuances sans faire ressortir d'éléments nouveaux pour le cas étudié (Figures 7 et 8). Ainsi, il n'y a plus que 11 valeurs possibles de vulnérabilité.

Afin de constituer des documents permettant la comparaison des bassins versants, les 11 indices finaux résultant du croisement multicritères ont été regroupés en 4 classes (Tableau 8). Ceci permet de traduire plus simplement le degré de vulnérabilité de la nappe vis-à-vis des nitrates (Figure 9).

Classes définies	Degré de vulnérabilité
Classe 1 : $0 \leq \text{indice final} < 2,5$	Vulnérabilité négligeable à nulle
Classe 2 : $2,5 \leq \text{indice final} < 4$	Vulnérabilité faible
Classe 3 : $4 \leq \text{indice final} < 5$	Vulnérabilité modérée
Classe 4 : $\text{indice final} = 5$	Vulnérabilité forte

Tableau 8 - Degré de vulnérabilité exprimé par classe

Chacune de ces 4 classes a fait l'objet d'une nouvelle interprétation cartographique à l'échelle du bassin versant (Figures 10 et 11), le gradient de couleur indiquant le pourcentage de surface représentée par la classe retenue par rapport à la superficie totale du bassin versant. Afin de gagner en lisibilité et faciliter les comparaisons entre les 4 cartes, les mêmes classes de pourcentages ont été retenues.

4.2. COMMENTAIRE DES CARTES

Les indices de **vulnérabilité les plus faibles - classes 1 et 2** - (Figures 9 et 10) sont en majorité localisés sur la partie ouest et sud du territoire étudié. Ceci met en évidence la protection assurée par les horizons imperméables du tertiaire.

Les cours d'eau allochtones ou autochtones mais d'importance (La Vesle) sont caractérisés par une **vulnérabilité moyenne - classe 3** - (Figures 9 et 11). Ceci s'explique par la présence et le rôle à la fois protecteur et de dénitrification des formations alluviales présentes en quantité suffisamment importante dans ces fonds de vallées.

Les **vulnérabilités les plus fortes - classe 4** - (Figure 9 et 11) se répartissent quant à elles surtout dans les bassins versants des cours d'eau autochtones et d'importance «moyenne» (Suippe, Retourne).

Détermination de la vitesse de transfert des nitrates en zone non saturée crayeuse
Phase 1 : Identification des différents contextes hydrogéologiques

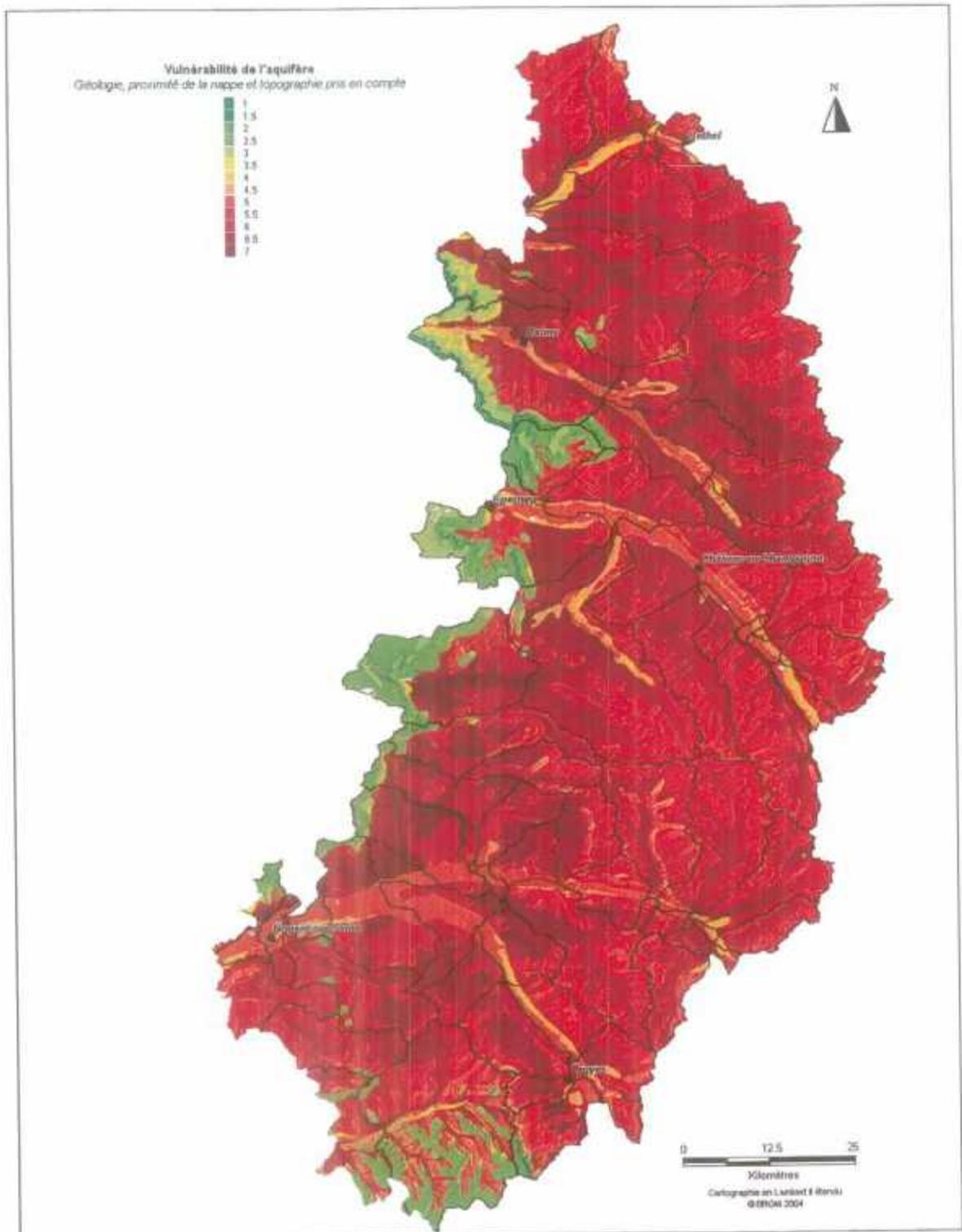


Figure 7 - Indice final de vulnérabilité (topographie prise en compte)

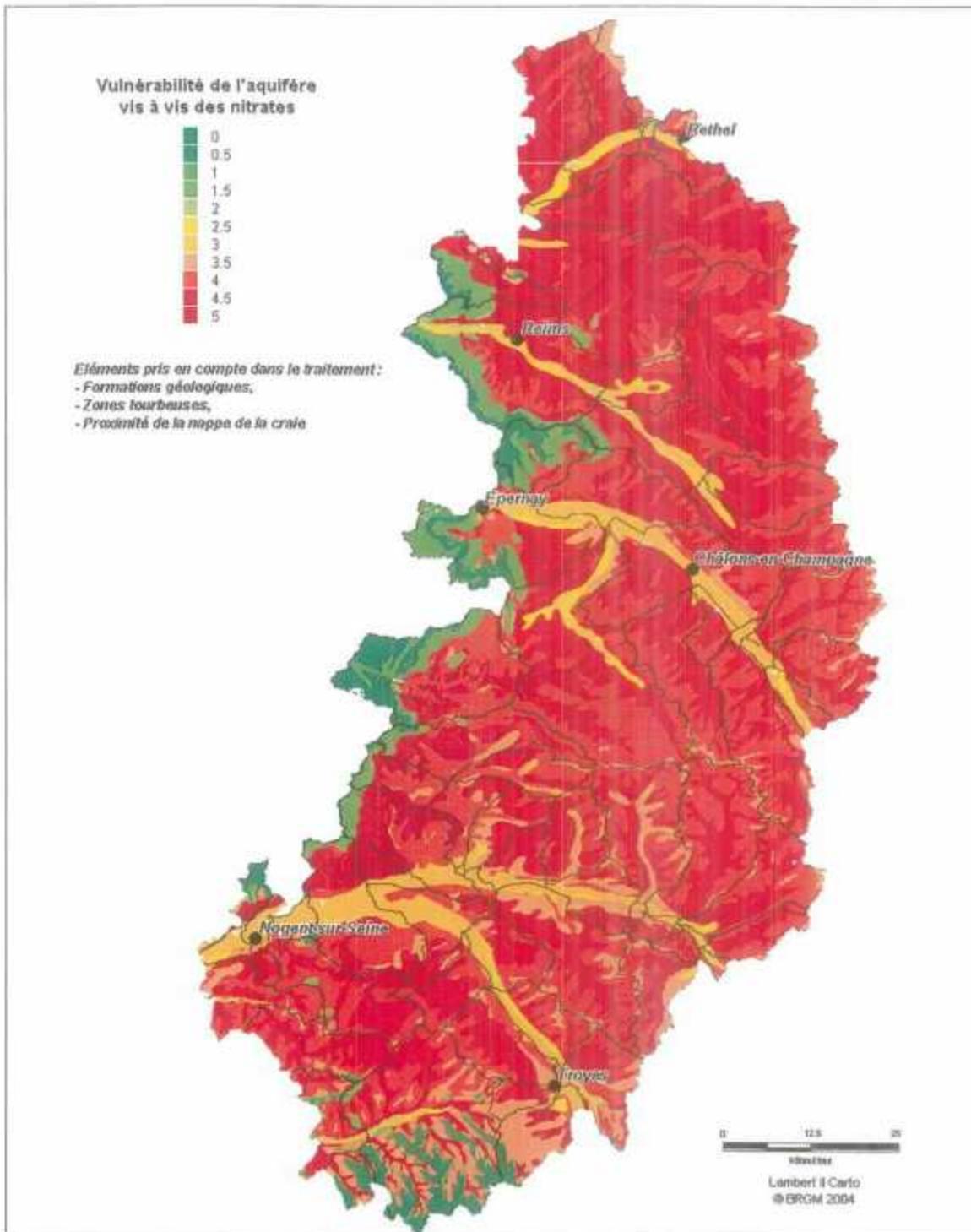


Figure 8 - Indice final de vulnérabilité (Topographie non prise en compte), carte brute.

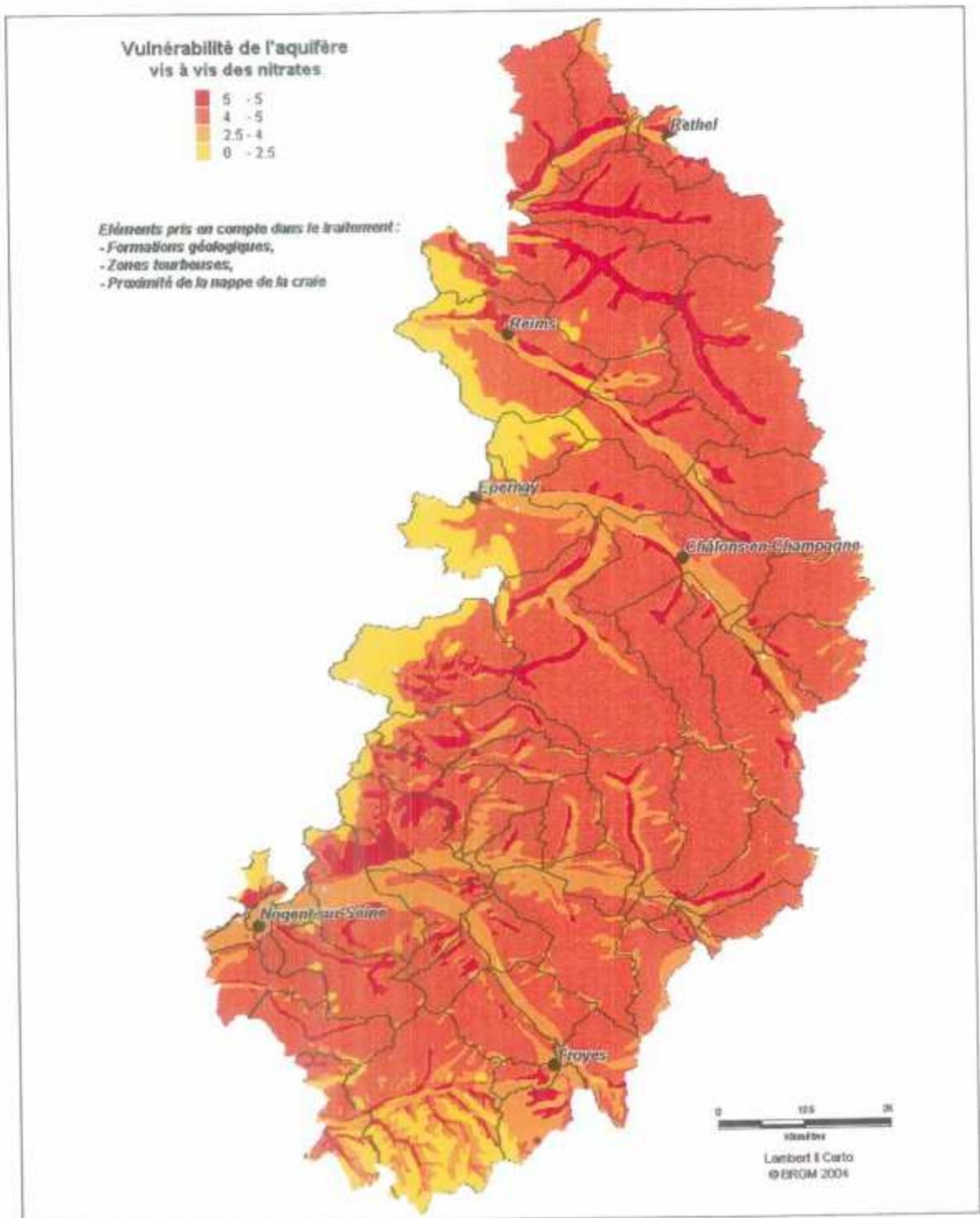


Figure 9 - Indice final de vulnérabilité, carte simplifiée

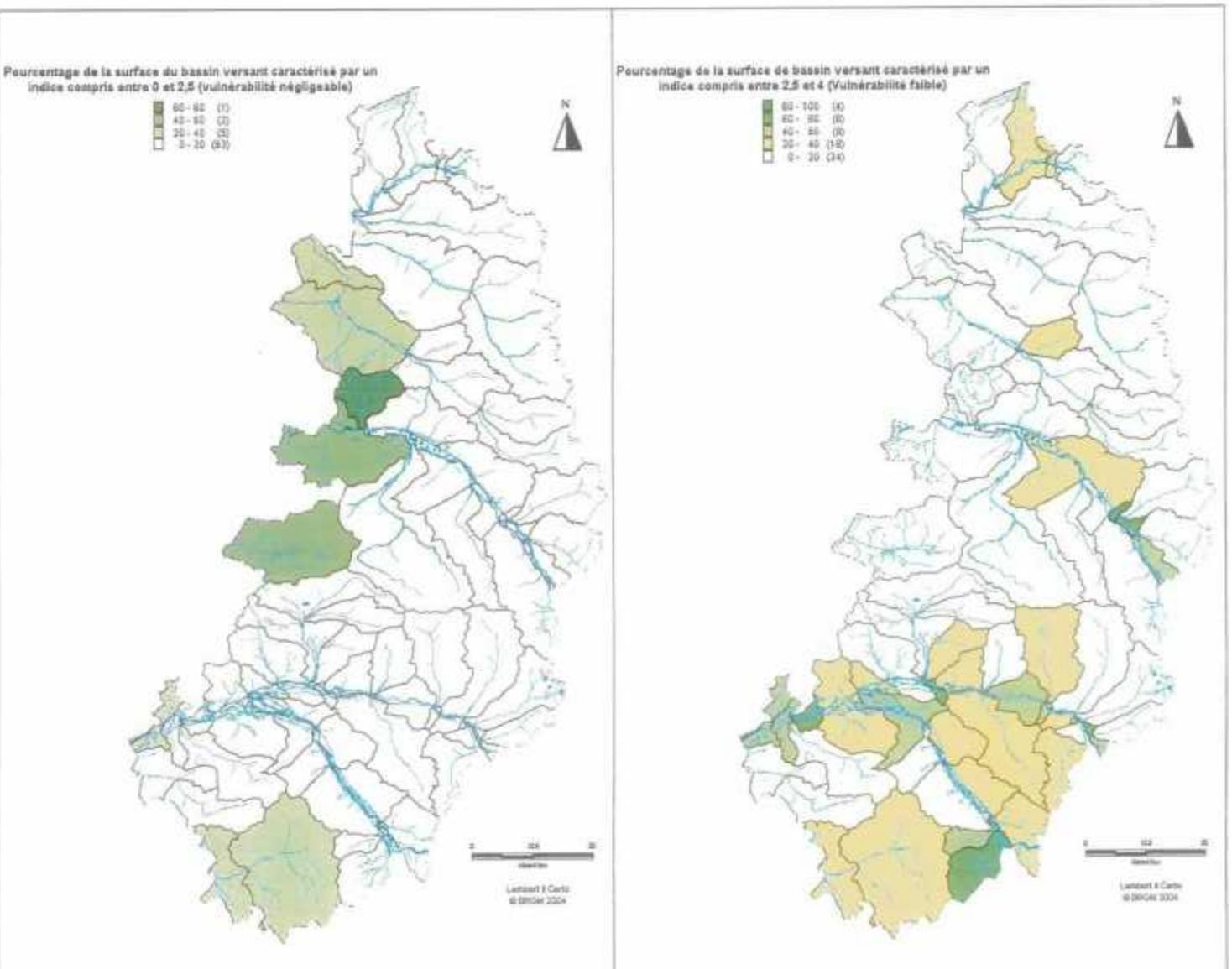
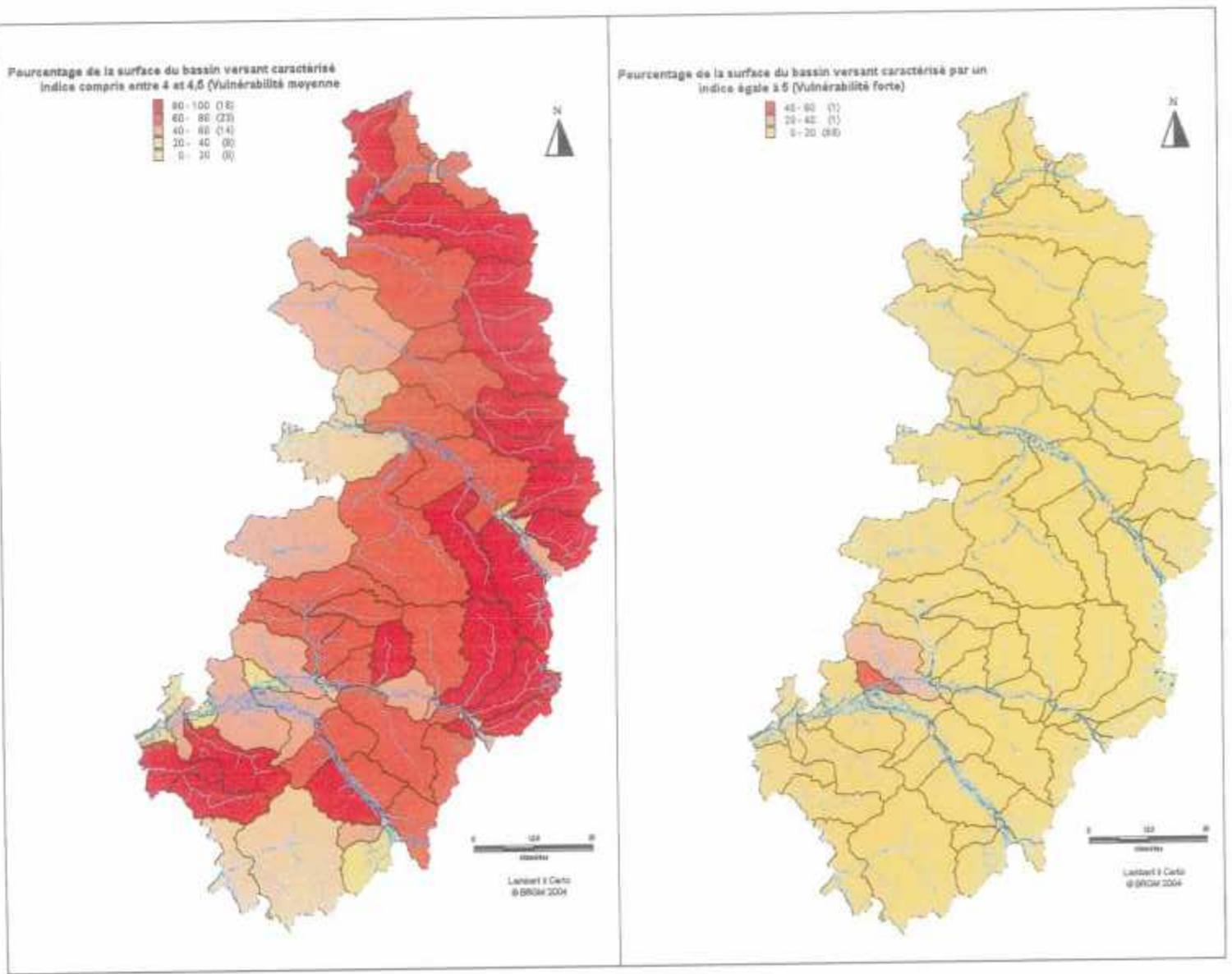


Figure 10 – Cartes synthétiques : Vulnérabilité négligeable à nulle (Classe 1) et Vulnérabilité faible (Classe 2)



Détermination de la vitesse de transfert des nitrates en zone non saturée crayeuse
Phase 1 : Identification des différents contextes hydrogéologiques.

5. Cartes de sensibilité

5.1. DÉFINITION DES CLASSES

La carte de sensibilité permet l'intégration du facteur *Occupation des sols*.

Le traitement a été réalisé sur la base de données Corine Land-Cover. Les types d'occupations du sol définies dans Corine Land-Cover sur la zone étudiée ont été répartis en 4 catégories (Tableau 9) :

Classe 1	Forêts, friches	<ul style="list-style-type: none"> - 311 Forêts de feuillus - 312 Forêts de conifères - 313 Forêts mélangées - 321 Pelouses et pâturages naturels - 322 Landes et broussailles - 324 Forêts et végétation arbustive en mutation - 333 Végétation clairsemée
Classe 2	Milieu agricole et marécageux	<ul style="list-style-type: none"> - 211 Terres arables hors périmètres d'irrigation - 221 Vignobles - 231 Prairies - 242 Systèmes culturaux et parcellaires complexes - 243 Territoires principalement occupés par l'agriculture, avec présence de végétation naturelle importante - 411 Marais intérieurs - 412 Tourbières
Classe 3	Milieu urbain et industriel, routes, carrières, décharges,...	<ul style="list-style-type: none"> - 111 Tissu urbain continu - 112 Tissu urbain discontinu - 121 Zones industrielles et commerciales - 122 Réseaux routiers et ferroviaires et espaces associés - 124 Aéroports - 131 Extraction de matériaux - 133 Chantiers - 142 Equipements sportifs et de loisirs

Tableau 9 – Types d'occupations du sol Corine Land-Cover pris en compte

Pour compléter cette carte, les emprises d'épandages répertoriées par les services de la DRIRE Champagne-Ardenne ont également été intégrées en classe 3. En effet, les sucreries, distilleries, féculerie et déshydratations et leurs épandages (IC, au titre de la loi de 1976) sont soumises à une surveillance de la qualité des eaux souterraines au titre de l'article 65 de l'arrêté ministériel du 2/2/98 modifié et il a été observé qu'au droit des zones d'épandage, les eaux souterraines peuvent présenter des concentrations élevées en nitrates.

5.2. COMMENTAIRE DES CARTES

Les cartes établies (Figures 12 et 13) mettent clairement en évidence la prédominance de la **classe 2 (milieu agricole et marécageux)** en milieu crayeux puisque cette classe occupe 84% du territoire d'étude dans le cas où les zones d'épandages ne sont pas prises en compte et 76% dans le cas où les zones d'épandage sont prises en compte (Tableau 10).

Ceci traduit plus précisément la grande emprise du milieu agricole, les zones marécageuses et tourbières n'étant que très peu présentes.

Sur ces terrains agricoles, les épandages de boues issues de sucreries, de distilleries, de déshydrations et de féculerie sont pratiqués sur environ 730 km² (soit 10% de l'espace agricole - 7 331 km²- et 8,35% de la superficie totale).

	Epandages non pris en compte		Epandages pris en compte	
	Superficie (en km²)	% arrondi de la surface totale	Superficie (en km²)	% arrondi de la surface totale
Classe 1 : Forêts, friches	1 102	13	1092	12
Classe 2 : Milieu agricole et marécageux	7 331	84	6 602	76
Classe 3 : Milieu urbain et industriel, routes, carrières, décharges,...	303	3	1 041	12
Classe 4 : Cours d'eau et plans d'eau	5	0	5	0
Total	8 741	100	8 741	100

Tableau 10 - Superficie totale par classe (Traitement des données Corine Land-Cover, 1996 et DRIRE, 2003)

On constate aussi que la **classe 1 comprenant les forêts ou les friches** témoignent en grande majorité soit de la présence d'un camp militaire (Sillery, Mailly, Pontfaverger-Moronvillier, Mourmelon) soit de celle de buttes témoins constituées par des horizons géologiques tertiaires (Mont de Berru, Montagne de Reims, Pays d'Othe...).

En dehors de l'emprise urbaine, on peut donc considérer que la quasi-totalité de la surface exploitable en milieu crayeux est utilisée pour l'agriculture et plus précisément la grande culture.

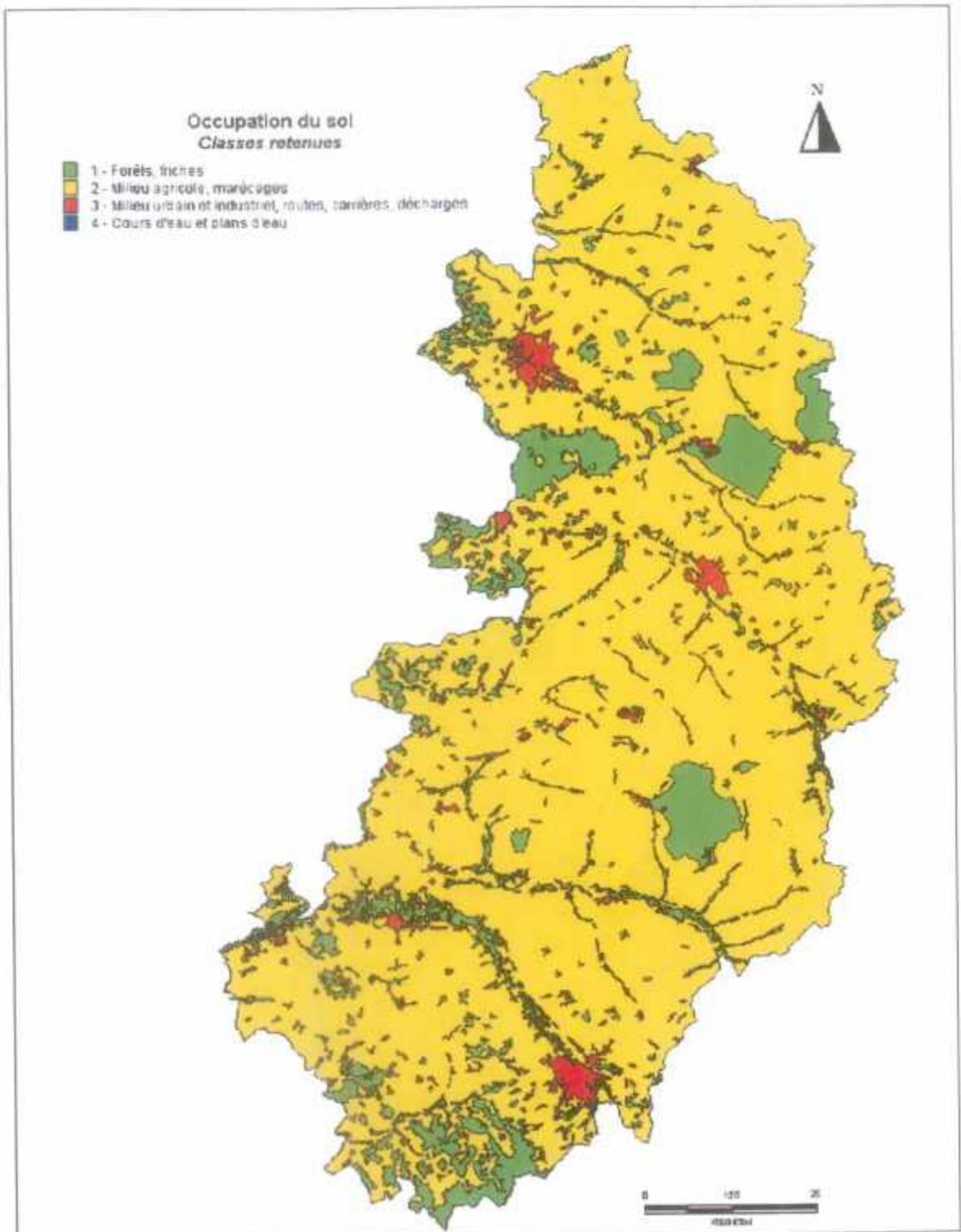


Figure 12 -Typologie de l'occupation du sol (Corine Land-Cover, 1996)

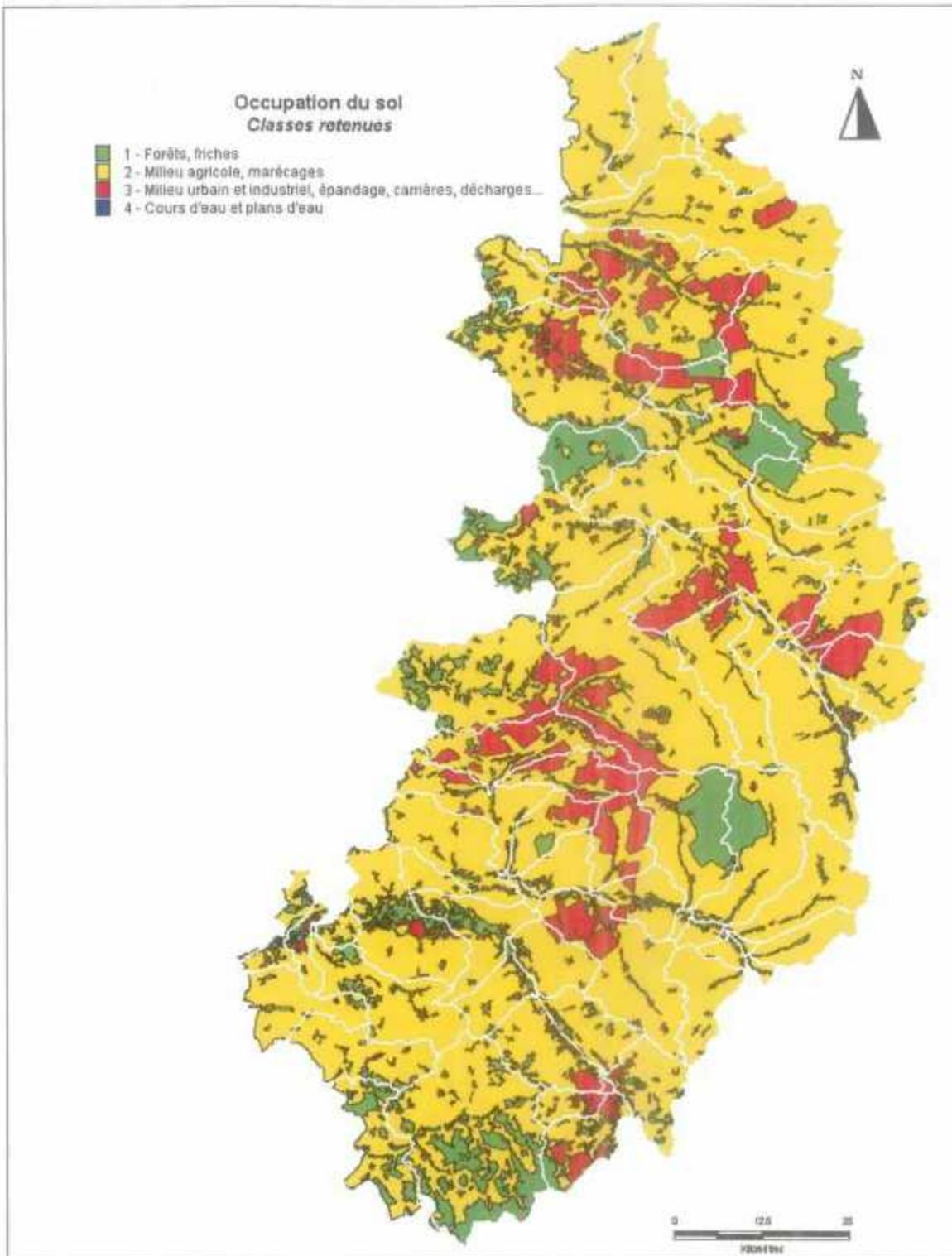


Figure 13 - Typologie de l'occupation du sol (Corine Land-Cover, 1996), Epandages pris en compte (Données DRIRE Champagne-Ardenne)

6. Bassins retenus pour les phases 2 et 3

6.1. CRITÈRES DE CHOIX

Les phases 2. et 3 du projet concernent l'étude de la migration des nitrates à l'échelle de deux bassins hydrogéologiques qui auront été choisis pour leur intérêt scientifique et présentant des caractéristiques hydrogéologiques spécifiques dans un contexte différent. Le programme comprendra notamment la réalisation de 5 forages avec prise d'échantillon de sol et analyse, suivi analytique des eaux souterraines en tritium et nitrates.

Etant donné les possibilités d'investigations restreintes définies, les bassins à retenir seront de taille limitée et disposant préférentiellement des informations nécessaires à une bonne connaissance du contexte hydrogéologique.

L'enjeu socio-économique des sites d'étude (réel problème de contamination identifié ou intérêt économique fort) est à prendre en compte dans la sélection des sites.

6.2. BASSINS RETENUS

6.2.1. La Retourne de sa source au confluent de l'Aisne (H136)

Les communes concernées sont situées dans les Ardennes :

Communes des Ardennes	
ALINCOURT	MONT-SAINT-REMY
ANNELLES	NEUFLIZE
AUSSONCE	NEUVILLE-EN-TOURNE-A-FUY
AVANCON	PAUVRES
BERGNICOURT	PERTHES
BIGNICOURT	POILCOURT-SYDNEY
BOURCQ	QUILLY
CHARDENY	ROIZY
CHATELET-SUR-RETOURNE (LE	SAINT-LOUP-CHAMPAGNE
COULOMMES-ET-MARQUENY	SAINT-REMY-LE-PETIT
DRICOURT	SAULCES-CHAMPENOISES
ECAILLE (L')	SAULT-SAINT-REMY
HOUDILCOURT	SEMIDE
JUNIVILLE	TAGNON
LEFFINCOURT	TOURCELLES-CHAUMONT
MACHAULT	VILLE-SUR-RETOURNE
MENIL-ANNELLES	

Contexte hydrogéologique

D'un point de vue géologique, ce bassin se situe entièrement dans la zone d'affleurement de la craie Séno-Turonienne (Figure 14). Dans ce bassin, la nappe de la craie alimente la Retourne, cours d'eau autochtone affluent de l'Aisne.

L'écoulement de la nappe de la craie s'effectue vers la Retourne (Figure 15) qui constitue l'exutoire du bassin selon un gradient relativement faible (ordre de grandeur : 10 à 20%). La nappe est, dans ce type de bassin, alimentée par les précipitations efficaces.

Superficie

La superficie du bassin de la Retourne de sa source au confluent de l'Aisne est de 333,6 km².

Bibliographie

- Rapports d'étude réalisés par ANTEA en 1998 et 1999 pour le SIVOM de Juniville à Neuflize (08) ;
- Cartes géologiques au 1/50.000ème : feuilles n°108 ASFELD (à l'Ouest de la zone) et n°109 ATTIGNY (à l'Est de la zone) ;
- Cartes piézométriques hautes eaux et basses eaux 2002 au 1/100.000ème (ROUXEL-DAVID E., 2002) ;
- Carte piézométrique au 1/100 000^{ème}, octobre 1966 (Rapport BRGM de 1967).

6.2.2. L'Aube du confluent de la Superbe (exclu) au confluent du Canal de Choisel (inclus) (F158)

C'est la partie en rive droite de l'Aube qui sera prise en compte. Les communes concernées sont situées dans la Marne :

Communes de la Marne	
ALLEMANCHE-LAUNAY-ET-SOYE	GRANGES-SUR-AUBE
ANGLURE	MARSANGIS
BAGNEUX	QUEUDES
BARBONNE-FAYEL	SAINT-QUENTIN-LE-VERGER
BAUDEMONT	SAINT-SATURNIN
CELLE-SOUS-CHANTEMERLE	SARON-SUR-AUBE
CHANTEMERLE	THAAS
CHAPELLE-LASSON (LA)	VILLENEUVE-SAINT-VISTRE
FONTAINE-DENIS-NUISY	VOUARCES

Contexte hydrogéologique

Ce bassin se situe en bordure de la côte d'Ile de France et borde un cours d'eau allochtone important (Aube) fortement drainant (Figure 14). Le gradient de la nappe de la craie est donc très marqué dans ce bassin (Figure 15).

Il convient également de noter que dans ce type de bassin, la nappe est alimentée à la fois par les précipitations efficaces et par les formations aquifères tertiaires qui constituent le relief de la Côte d'Ile de France.

Superficie

La superficie du bassin dans sa totalité est de 157 km². La partie située en rive droite de l'Aube ne représente que 127 km².

Bibliographie

Aucun document présent dans la bibliothèque du BRGM ne s'intéresse à ce bassin en particulier. Cependant, il existe des ouvrages plus globaux traitant des secteurs englobant ce bassin :

- Cartes géologiques au 1/50.000ème : feuilles n°223 SEZANNE (au Nord de la zone) et n°261 ROMILLY (au Sud de la zone) ;
- Cartes piézométriques hautes eaux et basses eaux 2002 au 1/100.000ème (ROUXEL-DAVID E., 2002) ;
- Cartes piézométriques au 1/100 000^{ème} de juillet 1967 et juin 1968 (Rapports BRGM de 1967 et 1968).

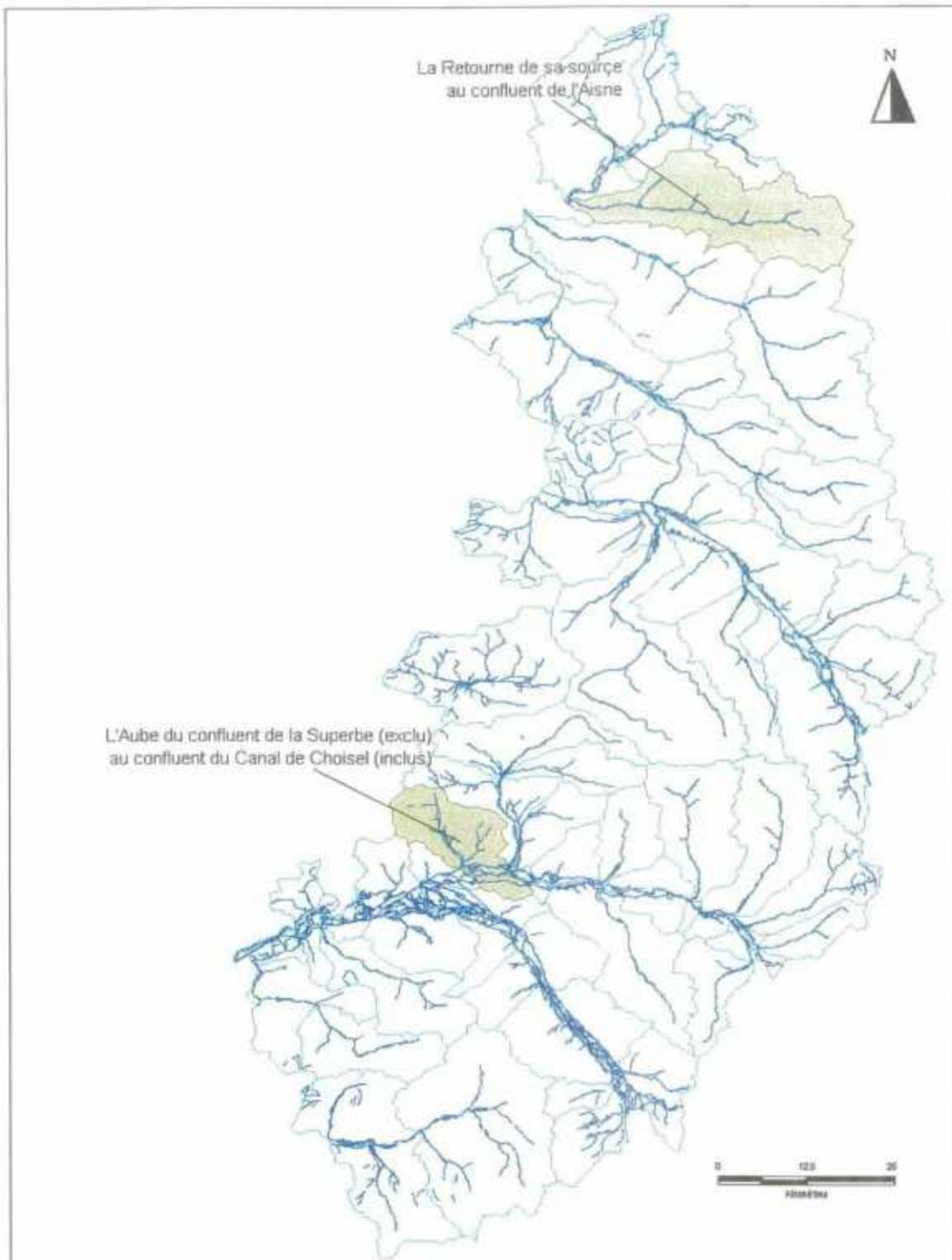


Figure 14 - Localisation des deux bassins versants retenus à l'échelle de la nappe de la craie

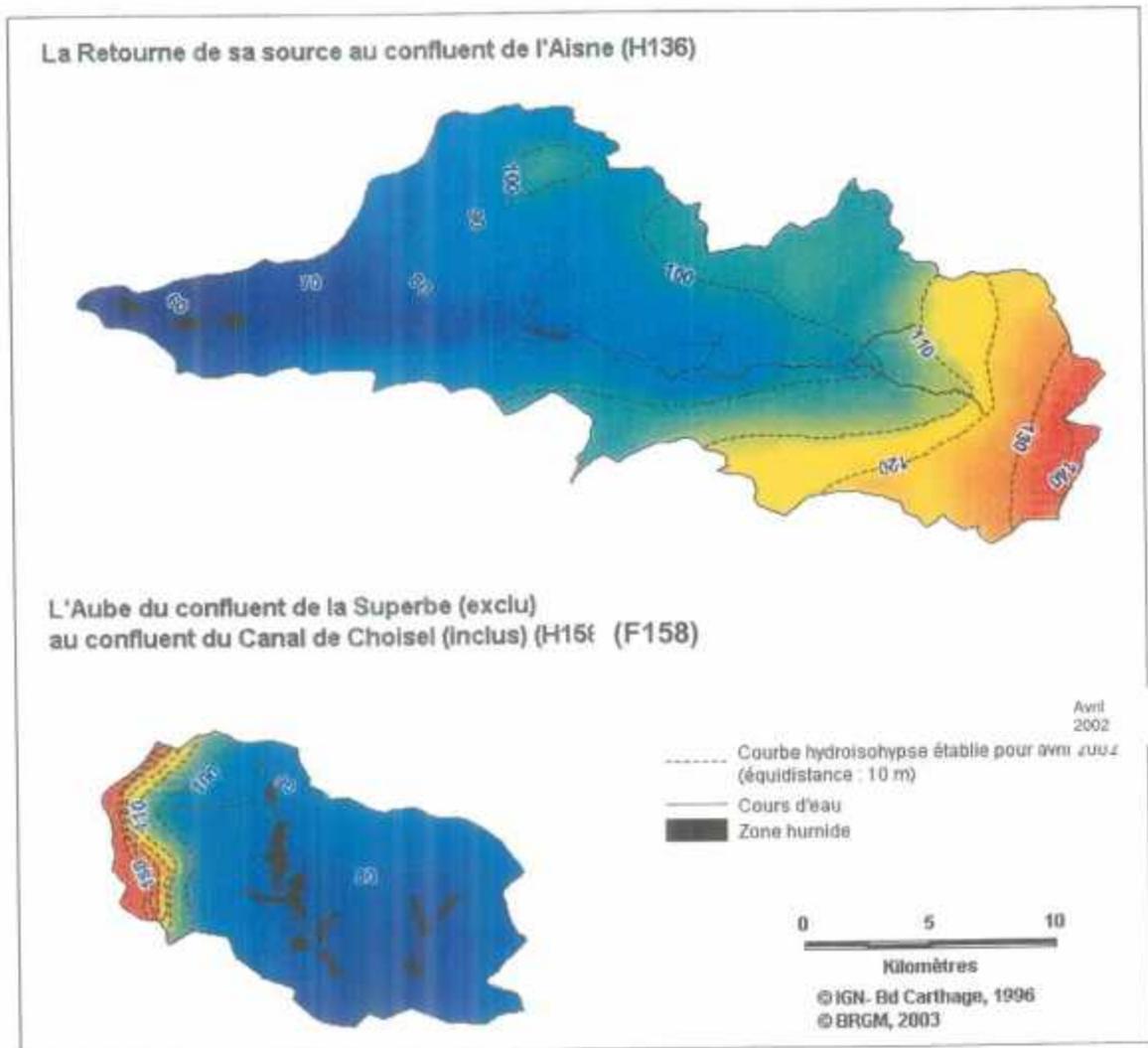


Figure 15 - Piézométrie de la nappe de la craie à l'échelle des deux bassins retenus

Détermination de la vitesse de transfert des nitrates en zone non saturée crayeuse
Phase 1 : Identification des différents contextes hydrogéologiques.

Bibliographie

ANTEA (1998) - Vallée de la Retourne. Modélisation des écoulements souterrains. Phase 1 : Collecte et acquisition des données préalables à la modélisation. Rapport ANTEA A 14954/A de décembre 1998. Etude réalisée pour le SIVOM de Juniville à Neufelize (08).

ANTEA (1999) - Vallée de la Retourne. Gestion de l'eau. Modélisation des écoulements souterrains. Phase 2 : Etalonnage du modèle et simulations. Phase 3 : Logiciel d'aide à la décision. Rapport ANTEA A 16912. Etude réalisée pour le SIVOM de Juniville à Neufelize (08).

DUERMAEL.G., MEGNIEN.C., MORFAUX.P., PICOT.G., RAMPON.G. (1967) - Etat de la documentation sur les ouvrages souterrains implantés sur les feuilles topographiques de Château-Porcien, Rethel, Asfeld, Attigny (Ardennes) et description hydrogéologique provisoire. Rapport BRGM n°67 SGN 167.

DUERMAEL.G., MEGNIEN.C., MORFAUX.P., PICOT.G., RAMPON.G. (1967) - Etat de la documentation sur les ouvrages souterrains implantés sur les feuilles topographiques de Montmirail, Montmort, Esternay et Sézanne (Marne) et description hydrogéologique provisoire. Rapport BRGM n°67 SGN 212.

DUERMAEL.G., MORFAUX.P., PICOT.G. (1968) - Etat de la documentation sur les ouvrages souterrains implantés sur les feuilles topographiques de Provins, Romilly, Servignes, Estissac (Aube et Marne) et description hydrogéologique provisoire. Rapport BRGM n° 68 SGN 178.

PRICE M. (1997) - *Multy-porosity behaviour in the chalk aquifer*, Ann. Soc. Géol. du Nord, p.289-294

RICOUR 1988 - Elaboration de cartes de vulnérabilité et de sensibilité du milieu souterrain aux risques de pollution dans le cadre d'une application à la nappe de la craie dans le secteur de Guines (Pas-de-Calais).

ROUXEL-DAVID E. avec la collaboration de BATKOWSKI D., BAUDOUIN V., CORDONNIER G., CUBIZOLLES J., HERROUIN J.P., IZAC J.L., JEGOU J.P., KIEFFER C., MARDHEL V., PAYA H. (2002) – *Cartographie de la piézométrie de la nappe de la craie en Champagne-Ardenne – Rapport final* - Rapport BRGM/RP-52332-FR, 29 p, 8 figures et annexe.

Détermination de la vitesse de transfert des nitrates en zone non saturée crayeuse
Phase 1 : Identification des différents contextes hydrogéologiques.

Annexe

Cartes de vulnérabilité résultant des tests de sensibilité

