



Direction Régionale de l'Agriculture
et de la Forêt de Picardie



GREPP

Groupe Régional
Eau et Produits Phytosanitaires
Picardie



Direction Régionale de l'Environnement
PICARDIE

*Zonage de la vulnérabilité des masses d'eau de la région
Picardie à la pollution des eaux par les produits phytosanitaires*

Méthode de caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque et actuelle des masses d'eaux superficielles et souterraines de la région Picardie



Bureau d'Ingénieurs Conseils

Etude réalisée par



Février 2007

Sommaire

CHAPITRE 1	INTRODUCTION	2
CHAPITRE 2	METHODE D'ÉVALUATION DE LA VULNERABILITE DES MASSES D'EAU.....	3
2.1.	PHENOMENES EN JEU LORS DE LA CONTAMINATION DES RESSOURCES EN EAU PAR LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES	3
2.2.	MODELE DE CONNAISSANCE DE LA VULNERABILITE INTRINSEQUE DES MASSES D'EAU.....	4
2.2.	JUSTIFICATION DU CHOIX DES PARAMETRES INTEGRES AU MODELE DE CONNAISSANCE DE LA VULNERABILITE INTRINSEQUE	6
2.3.	DONNEES SOURCES Rassemblees pour les besoins de l'étude.....	7
2.4.	PRISE EN COMPTE DE LA VARIABILITE DES SOURCES DE DONNEES.....	10
2.5.	SYNTHESE DES CHOIX OPERES PAR DEPARTEMENT	12
CHAPITRE 3	REGLES DE COMBINAISON DES INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES : LES PLANS D'INFORMATIONS DERIVES.....	14
3.1.	POTENTIEL D'ÉROSION DES SOLS.....	14
3.2.	POTENTIEL D'ENTRAINEMENT DES PHYTOSANITAIRES (MOBILITE DE L'EAU).....	15
3.3.	PARTITION DES ECOULEMENTS	16
3.4.	VULNERABILITE HYDROGEOLOGIQUE DES AQUIFERES	17
CHAPITRE 4	CARACTERISATION DE LA VULNERABILITE INTRINSEQUE DES MASSES D'EAU..	20
4.1.	VULNERABILITE INTRINSEQUE DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES	20
4.2.	VULNERABILITE INTRINSEQUE DES MASSES D'EAU SOUTERRAINES.....	21
CHAPITRE 5	CARACTERISATION DE LA VULNERABILITE ACTUELLE DES MASSES D'EAU	22
5.1.	CARACTERISATION DE L'OCCUPATION DES SOLS.....	22
5.2.	VULNERABILITE ACTUELLE DES MASSES D'EAU SUPERFICIELLES.....	24
5.3.	VULNERABILITE ACTUELLE DES MASSES D'EAU SOUTERRAINES	25
CHAPITRE 6	ANNEXES : CARACTERISATION DE LA GEOLOGIE ET DE L'HYDROGEOLOGIE.....	26

Chapitre 1

Introduction

Le présent document regroupe l'ensemble des éléments nécessaires à la compréhension de la méthode mise en œuvre pour parvenir au zonage de la vulnérabilité des masses d'eaux superficielles et souterraines de la région Picardie.

Le document est articulé autour de 5 chapitres :

- Chapitre 1 : introduction et glossaire ;
- Chapitre 2 : méthode d'évaluation de la vulnérabilité des masses d'eau ;
- Chapitre 3 : règles de production des plans dérivés par croisement des données géographiques ;
- Chapitre 4 : caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau;
- Chapitre 5 : caractérisation de la vulnérabilité actuelle des masses d'eau.

Le présent rapport est complété par trois documents complémentaires:

- L'atlas cartographique présente les cartes départementales et régionales réalisées ;
- Les fiches de caractérisation des masses d'eau de la région Picardie synthétisent, pour chaque masse d'eau superficielle ou souterraine, les statistiques de vulnérabilité et les éléments de pression qui la caractérisent ;
- Le catalogue des données SIG décrit l'ensemble des couches d'information utilisées ainsi que leurs principaux attributs, en vue de leur réutilisation ultérieure.

GLOSSAIRE

BV : Bassin Versant

CORPEN : Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DRAFF : Direction Régionale de l'Agriculture de la Forêt

ESU : Eau superficielle

ESO : Eau souterraine

IGN : Institut Géographique National

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

MNT : Modèle Numérique de Terrain

RFU : Réserve Facilement Utilisable

RU : Réserve Utile

SIG : Système d'Information Géographique

SRPV : Service Régional de la Protection des Végétaux

Chapitre 2

Méthode d'évaluation de la vulnérabilité des masses d'eau

2.1. Phénomènes en jeu lors de la contamination des ressources en eau par les produits phytosanitaires

2.1.1. Usage des produits phytosanitaires

Offrant un moyen de lutte contre le développement des adventices, l'invasion des insectes, ou la dissémination des maladies des végétaux, les produits phytosanitaires sont notamment utilisés par les collectivités territoriales (entretien des espaces verts), les particuliers (entretien des jardins), les agriculteurs (protection des cultures) et les services gestionnaires des voies de communication (entretien des réseaux ferrés et routiers).

2.1.2. Phénomène de contamination des ressources en eau

L'utilisation des spécialités phytosanitaires peut se traduire par une mobilisation des matières actives qui entrent dans leur composition. Cette mobilisation est gouvernée par les pratiques d'application, les conditions climatiques et notamment pluviométriques et les caractéristiques physiques des zones d'application dont l'imperméabilité définit, par exemple, la propension à l'apparition d'un ruissellement vecteur de la mobilité des matières actives.

Les transferts convergent in fine vers les ressources en eau, qu'elles soient superficielles ou souterraines. Dans la configuration où la surface génératrice d'écoulements est traitée à l'aide de produits phytosanitaires, le risque de transfert des matières actives vers les ressources en eau apparaît. Ce phénomène de contamination des masses d'eau distingue deux composantes :

- Une composante dite de production qui définit le terme source de la pollution : les zones de traitement, caractérisées par des doses d'application, des périodes et des fréquences d'interventions ;
- Une composante de transfert qui définit la migration des substances phytosanitaires depuis les aires d'application vers les ressources en eau. Elle est gouvernée par l'ensemble des facteurs explicatifs des conditions d'apparition des écoulements.

2.1.3. Principes de caractérisation des phénomènes de contamination des ressources en eau et application au cas de la région Picardie

La caractérisation est facilitée si elle est conduite à l'échelle d'unités hydrographiques cohérentes (bassins versants ou systèmes aquifères). Elle doit intégrer l'ensemble des facteurs contribuant à l'explication du phénomène en distinguant ceux qui relèvent de la composante production et de la composante transfert. La caractérisation du phénomène par approche cartographique permet la production de cartes de zonage indispensables pour individualiser les zones contribuant le plus au phénomène de pollution des eaux.

La démarche employée ici transpose les recommandations du CORPEN en les adaptant aux particularités locales et au jeu de données disponibles. Les recommandations du CORPEN sont publiées dans le document intitulé : « Eléments méthodologiques pour un diagnostic régional et un suivi de la contamination des eaux liée à l'utilisation de produits phytosanitaires ».

La vulnérabilité intrinsèque¹ traduit la faculté d'un polluant (substance phytosanitaire dans le cas présent) à atteindre une ressource en eau. En cela elle s'apparente à la fonction transfert de la pollution. Toutefois, elle reflète un potentiel qui ne sera révélé que si des connexions hydrauliques existent entre la zone d'application et la ressource en eau.

La vulnérabilité intrinsèque peut être traduite en vulnérabilité actuelle en examinant si les usages de produits phytosanitaires ont effectivement lieu, ce qui correspond, dans une certaine mesure, à la fonction de production de la pollution.

Dans son application à la région Picardie, ce travail présente les particularités suivantes :

- Caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque et actuelle;
- Travail à l'échelle des masses d'eau (unité d'évaluation introduite par la DCE) ;
- Prise en compte des masses d'eaux superficielles et souterraines ;
- Application aux départements de l'Aisne, de l'Oise et de la Somme.

2.2. Modèle de connaissance de la vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau

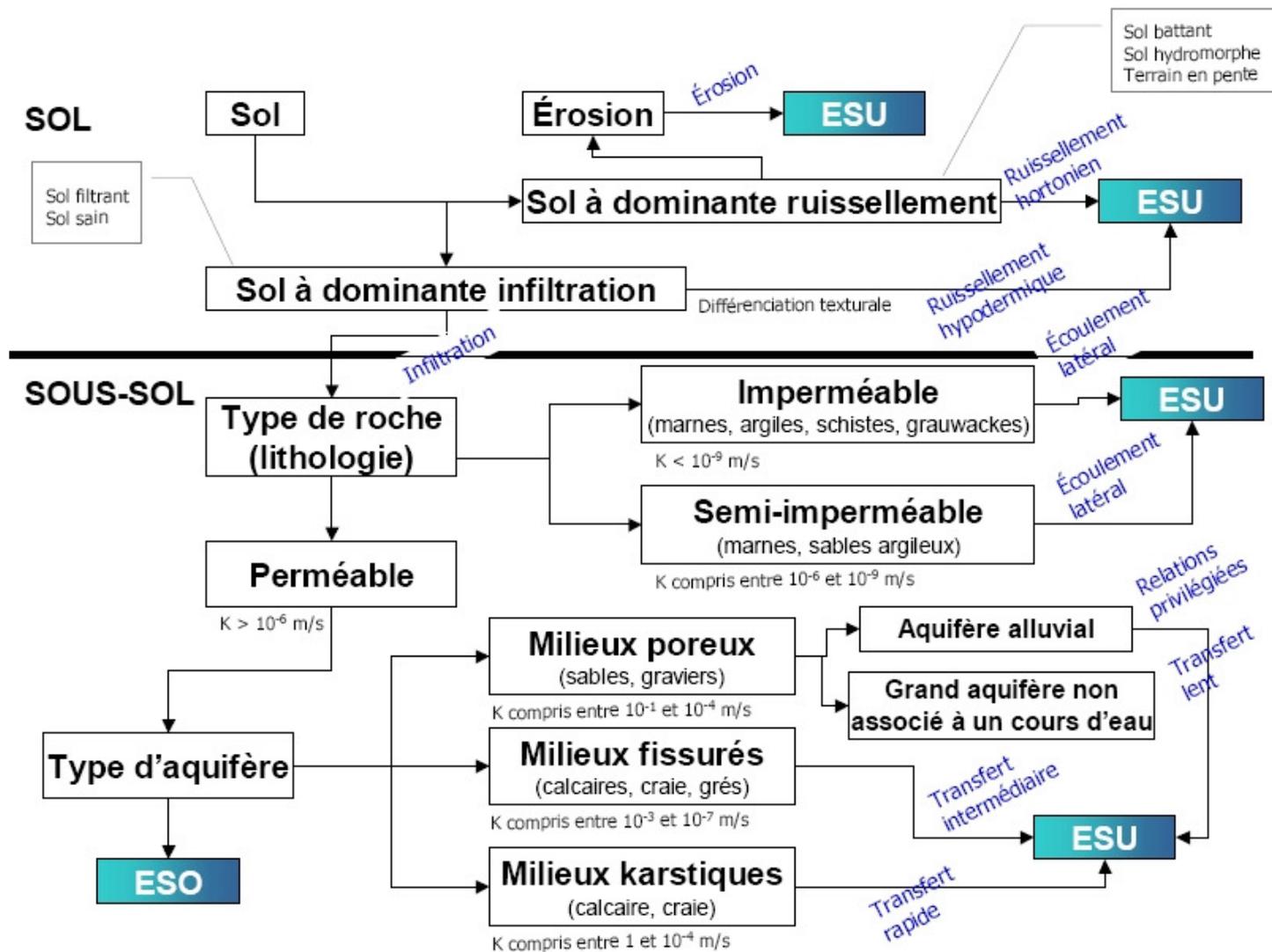
Première étape d'analyse du problème posé, la définition du modèle de connaissance de la vulnérabilité représente les voies de cheminement des écoulements au sein des hydrosystèmes cultivés. Au-delà de la matérialisation des connexions hydrauliques entre les compartiments du milieu étudié, le modèle détaille les éléments explicatifs de l'organisation des écoulements.

La réflexion nécessaire à la définition du modèle de connaissance se traduit, au terme de la procédure, par :

- La définition de la liste des facteurs devant être pris en compte lors de la démarche de caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque ;
- L'identification des modalités d'interaction des facteurs, ensuite déclinées en lois de combinaison des informations intégrées dans le SIG pour la production des cartes de synthèse.

Le modèle de connaissance de la vulnérabilité appliqué au contexte de la région Picarde est représenté par l'illustration N° 1.

¹ La vulnérabilité intrinsèque est « la propriété d'un milieu aquatique à être atteint par des polluants ». Elle se distingue de la vulnérabilité hydrogéologique qui est entendue comme « le défaut de protection ou de défense naturelle de l'eau souterraine contre des menaces de pollution, en fonction des conditions hydrogéologiques locales ». (CORPEN, 2003)



K = Perméabilité de Darcy (vitesse d'écoulement de l'eau)

Illustration N°1 : modèle de connaissance de la vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau

2.2. Justification du choix des paramètres intégrés au modèle de connaissance de la vulnérabilité intrinsèque

2.2.1. Pente des terrains

La prise en compte des pentes est retenue pour intégrer l'effet de la déclivité des terrains sur l'orientation des transferts d'eau et leur distribution entre composantes ruissellement et infiltration.

La connaissance des pentes est obtenue au moyen de la BD ALTI© de l'IGN qui donne accès aux valeurs de l'altimétrie selon un maillage régulier du territoire de 50 mètres.

Quatre classes de pentes ont été définies en concertation avec les experts régionaux afin de distinguer les différentes situations d'amplification du ruissellement: [0-2%],]2-5%],]5-10%] et >10%.

La connaissance des pentes permet également de distinguer l'orientation des versants, facteur explicatif des transferts d'eau.

2.2.2. Battance des sols

La battance d'un sol correspond à un phénomène de colmatage de la microporosité superficielle des sols dû à la sédimentation des particules fines mises en suspension sous l'effet de l'énergie cinétique des gouttes d'eau de pluie. Un sol battant favorise le ruissellement de l'eau à sa surface. Les sols battants apparaissent à la faveur des textures limoneuses.

2.2.3. Hydromorphie des sols

L'hydromorphie est prise en compte dans le modèle de connaissance de la vulnérabilité comme paramètre descriptif de zones où la mobilité de l'eau dans les sols est réduite suite au phénomène d'engorgement.

La connaissance de l'hydromorphie est évaluée au travers de la profondeur moyenne d'apparition de l'horizon rédoxique.

2.2.4. Sols à faible réserve utile

Les sols à faible réserve utile présentent une capacité de stockage limitée par saturation rapide. Ils sont pris en compte pour représenter les situations où la mobilité de l'eau est forte. Les sols à réserve utile inférieure à 110 mm ont été retenus comme les plus sensibles à la mobilité de l'eau.

2.2.5. Colluvions et alluvions

La présence de colluvions et d'alluvions témoigne de situations géomorphologiques de bas fonds ou de vallées pouvant se traduire par une accélération des mouvements d'eau en période hivernale (mécanisme de mise à niveau des nappes alluviales en période de hautes eaux notamment).

2.2.6. Différenciation texturale

La différenciation texturale permet d'intégrer à l'analyse les sols dont le profil présente une rupture de perméabilité. Cette discontinuité verticale induit l'apparition d'un flux subhorizontal (ruissellement hypodermique) au plancher de l'horizon perméable (c'est-à-dire à l'interface avec l'horizon moins perméable ou imperméable). La présence d'une

différenciation texturale est estimée par analyse des teneurs en argile du sol et de la profondeur d'apparition de l'horizon G.

2.2.7. Sols filtrants

Les sols filtrants sont pris en compte pour représenter les situations où le transfert vertical par drainage vers les horizons saturés est possible. Le caractère filtrant est estimé en combinant les informations sur la texture du sol, sa charge en éléments grossiers et sa teneur en calcaire. Les sols présentant une différenciation texturale sont en outre considérés comme non filtrants.

2.2.8. Données non intégrées aux traitements effectués : justification du parti retenu

Données climatiques

Les données climatiques peuvent paraître intéressantes à intégrer aux analyses afin notamment de tenir compte de l'influence du régime pluviométrique sur les propriétés physiques des sols et par conséquent sur les conditions d'écoulement. La prise en compte des facteurs climatiques n'a toutefois pas été intégrée, la répartition des pluies à l'échelle régionale s'avérant peu discriminante.

Relations entre eaux superficielles et souterraines

Le guide CORPEN préconise que, dans le cas des eaux souterraines, l'on ne s'intéresse qu'à la première nappe rencontrée qui n'est pas systématiquement en relations hydrauliques avec les eaux superficielles. De plus l'identification des relations entre eaux souterraines et superficielles est difficile. Ces relations n'ont donc pas été prises en compte.

2.3. Données sources rassemblées pour les besoins de l'étude

Afin de faciliter la communication puis la valorisation des résultats de l'étude, le choix de l'édition de cartes a été arrêté. Pour réaliser ce travail, un SIG dédié aux objectifs de l'étude est mis en œuvre. Cette stratégie offre de multiples avantages en :

- Facilitant l'acquisition des données numériques existantes ;
- Offrant un cadre de gestion optimisé des données utilisées lors des traitements ;
- Donnant accès aux fonctionnalités d'édition de cartographies numériques de diffusion aisée.

Le document « Dictionnaire des données SIG » qui complète le présent rapport énumère les couches d'informations intégrées au SIG et en présente les caractéristiques techniques. Le Chapitre 3 introduit les règles de croisement des données. Couches d'informations et règles de croisement permettent de traduire le modèle de connaissance de la vulnérabilité en cartographie des vulnérabilités intrinsèque et actuelle des masses d'eau.

Les données sources rassemblées permettent l'accès aux paramètres repris dans le modèle de connaissance de la vulnérabilité. Les échelles des différentes données utilisées sont présentées ici : elles déterminent l'échelle d'interprétation du résultat final.

2.3.1. Carte des sols de l'Oise de l'Institut Supérieur Agricole de Beauvais (ISAB)

Elle décrit l'organisation des sols du département selon le modèle défini par l'INRA et qui distingue :

- Des unités cartographiques (UCS) délimitant le périmètre des unités pédologiques ;
- Des unités typologiques (UTS) correspondant aux différents sols présents dans les unités cartographiques.

L'illustration N° 2 présente ce modèle de structuration des données descriptives des sols.

Cette carte a été produite à l'échelle du 1/250.000.

2.3.2. Carte des sols de l'Aisne de la Chambre d'Agriculture de l'Aisne

Cette carte, produite à l'échelle de 1/10.000, associe au périmètre de chaque unité de sols un jeu de paramètres descriptifs.

2.3.3. Carte des textures de la Somme de la Chambre d'Agriculture de la Somme

A la différence de l'Oise et de l'Aisne, aucune carte pédologique générale n'existe à moyenne échelle sur le département de la Somme. La carte des textures du département, à l'échelle 1/250.000, a été utilisée en combinaison avec les cartes géologiques et le modèle numérique de terrain pour reconstituer les caractéristiques pédologiques nécessaires à la définition de la vulnérabilité intrinsèque. La méthode employée est décrite au §2.4.2.

2.3.4. Modèle numérique de terrain de l'IGN

La BD ALTI© de l'IGN à l'échelle de 1/50.000 est intégrée au SIG pour la prise en compte des pentes.

2.3.5. Cartes géologiques au 1/50.000 et atlas hydrogéologiques existants

Cartes et atlas ont été utilisés pour réaliser, sur calque à l'échelle de 1/50.000, la minute de la vulnérabilité hydrogéologique des aquifères de la région. Cette minute a ensuite été numérisée pour géoréférencement et digitalisation des contours des zones identifiées par l'hydrogéologue.

NOTE : cette approche est la même dans la structure des données du programme IGCS.

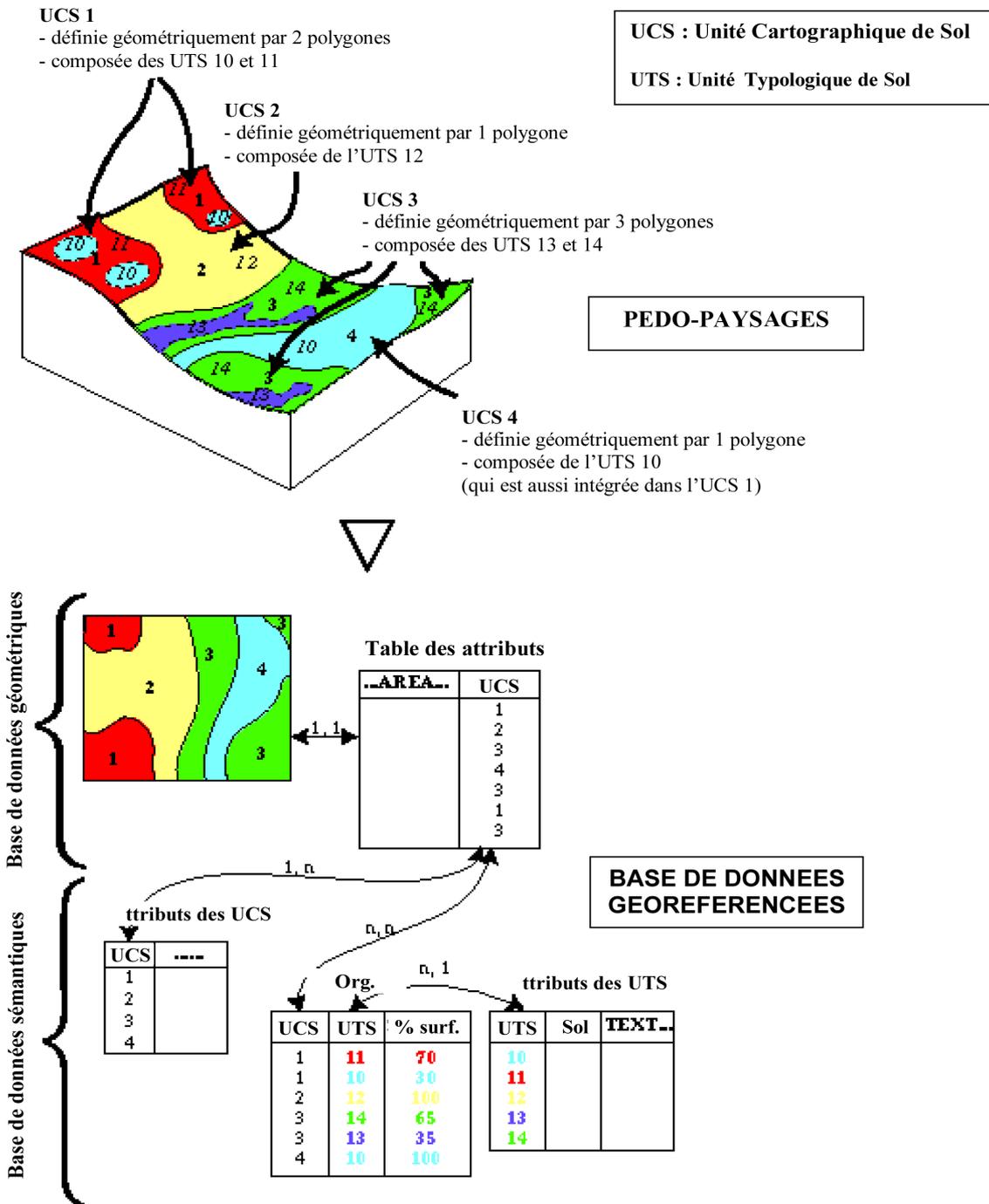


Illustration N°2 : modèle de représentation de l'organisation spatiale des sols de l'Oise (source INRA)

2.4. Prise en compte de la variabilité des sources de données

2.4.1. Prise en compte de la variabilité des types de sols au sein des unités cartographiques du département de l'Oise

Le modèle de représentation de l'organisation spatiale des sols de l'Oise décrit par l'illustration N° 2 traduit la variabilité des paramètres pédologiques au sein d'unités cartographiques (les UCS). Cette variabilité est décrite par les fréquences des sols (UTS) rencontrés dans les UCS. Cette organisation des données impose la définition de règles d'agrégation, à l'échelle des UCS, des paramètres pédologiques définis par les UTS.

L'illustration N° 3 démontre la difficulté qu'il y a de traduire en valeurs uniques la dispersion des caractéristiques des sols au sein des unités cartographiques.

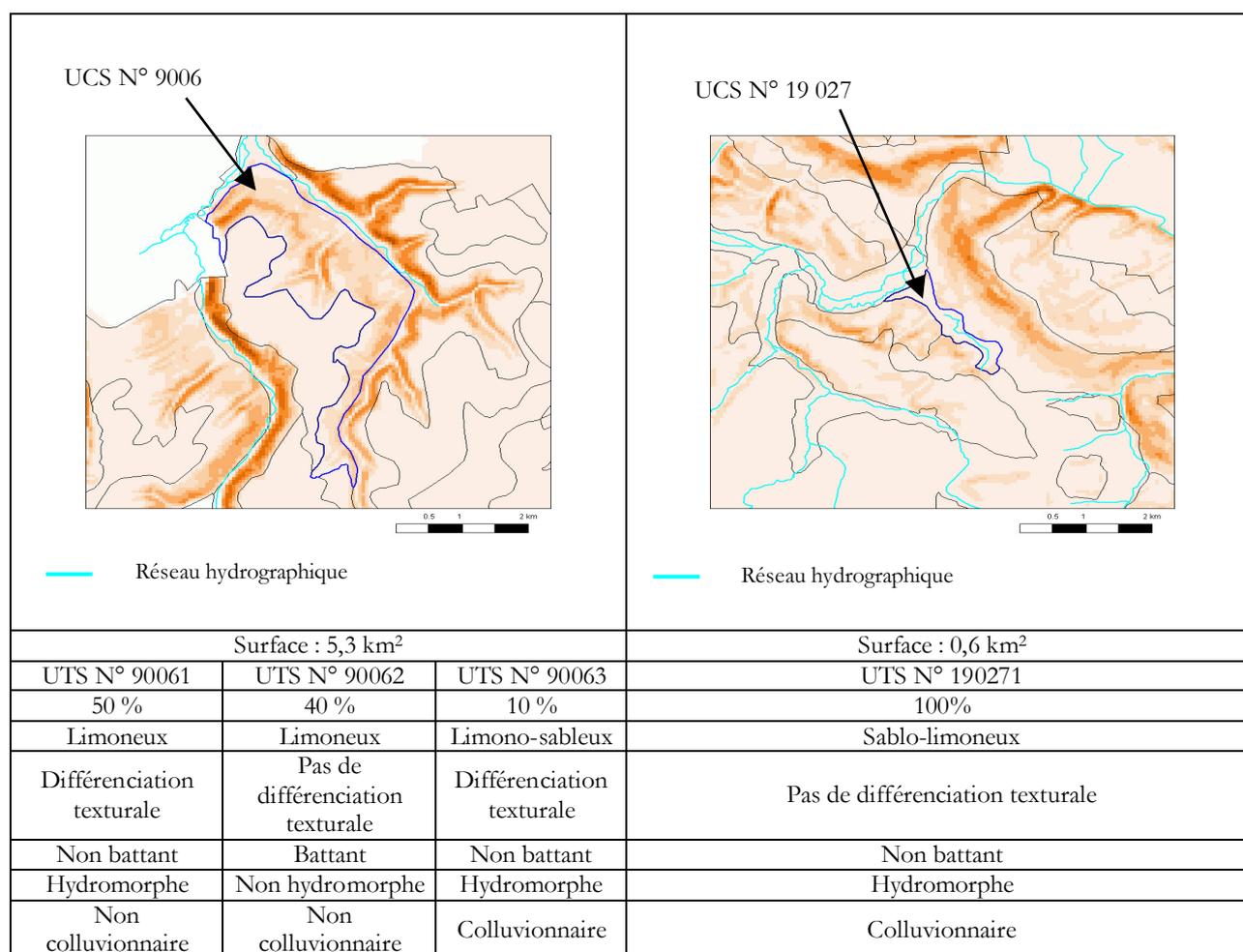


Illustration N°3 : exemples de variabilité des sols au sein des unités cartographiées

Le choix retenu consiste à appliquer, pour chaque combinaison de paramètres, la valeur dont la fréquence est supérieure à 50% (ou la valeur correspondant à la fréquence maximale si celle-ci est inférieure à ce seuil). Les résultats ainsi obtenus ont été validés à dire d'expert.

2.4.2. Cas de la Somme : principe d'extrapolation de la carte pédologique

- Organisation des sols dans le paysage

L'organisation des sols sur un territoire donné est directement gouvernée par la nature des formations géologiques sous-jacentes et la position topographique. Les sols se différencient à la faveur des phénomènes d'érosion, de transport et de dépôt de matériaux. La végétation qui s'y fixe conditionne également leurs caractéristiques.

Par simplification, la répartition des sols est décrite en fonction de leur position géomorphologique et de la géologie sur laquelle ils reposent. Ce travail passe par la réalisation d'une cartographie régionale décrivant la répartition des formations géologiques en fonction de la géomorphologie.

➤ Prise en compte de la géomorphologie

Un découpage géomorphologique simplifié permet de distinguer :

- Les plateaux ;
- Les pentes ;
- Les vallées.

Ce découpage est obtenu en travaillant sur le modèle numérique de terrain.

➤ Prise en compte de la géologie

La géologie régionale est décrite par la couverture des cartes au 1/50.000 du BRGM. Les coupures en question présentent à leurs limites des hétérogénéités cartographiques de continuité et ne décrivent pas toutes avec la même précision les formations identiques rencontrées sur un territoire.

Pour définir la géologie de la Somme, nous avons privilégié l'utilisation de la carte BRGM au 1/250.000 complétée, au nord du département, par une interprétation manuelle s'appuyant sur les informations des cartes au 1/50.000. Les précisions thématique et graphique des unités cartographiques interprétées l'ont été dans un esprit de compatibilité avec celles de la carte au 1/250.000.

➤ Croisement de la géologie avec la géomorphologie

Le recours au SIG permet de réaliser simplement le croisement entre les couches d'informations respectivement descriptives de la géologie et de la géomorphologie.

➤ Prise en compte de la nature des sols

Les modalités issues du croisement géologie * géomorphologie peuvent être statistiquement associées à des paramètres pédologiques dès lors qu'une cartographie des sols est disponible (c'est en particulier le cas sur le département de l'Aisne). Les règles définies peuvent ensuite être appliquées aux secteurs où la connaissance des sols manque (département de la Somme).

➤ Application au département de la Somme

La méthode d'extrapolation a été appliquée pour l'ensemble des paramètres nécessaires à la caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque. L'extrapolation a été faite à partir des formations rencontrées dans le nord de l'Aisne, qui présente une grande similitude géologique avec la Somme. Les résultats obtenus ont ensuite été corrigés à dire d'experts afin de s'affranchir des limites inhérentes à la méthode et de s'approcher au plus près de la réalité du terrain.

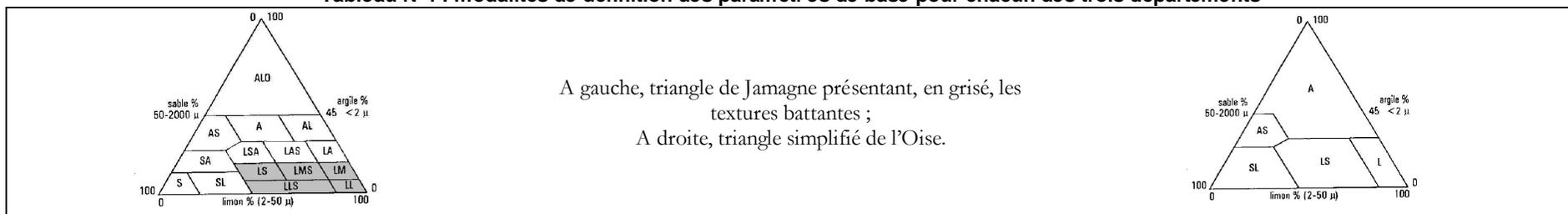
2.5. Synthèse des choix opérés par département

Le Tableau N° 1 détaille, pour chaque département et chaque paramètre, les modalités retenues pour constituer le jeu de données traitées.

Zonage de la vulnérabilité des masses d'eau de la région Picardie à la pollution des eaux par les produits phytosanitaires
Février 2007

	AISNE	OISE	SOMME
Pentes	Traitement du MNT: 4 classes de valeurs: [0-2%] /]2-5%] /]5-10%] / >10% 2 classes d'orientation des pentes: Nord/ Nord Est et Sud/ Sud Ouest		
Battance	Texture limoneuse (modalités LS, LMS, LLS, LM et LL) et teneur en calcaire <10%	textures limoneuses (modalités L et LS) et lessivage de l'argile (luvisols ou néoluvisols)	Extrapolation de la carte de l'Aisne, digitalisation et suppression des sols calcaires et corrections locales à dire d'expert
Hydromorphie	Traces d'oxydo-réduction à moins de 40 cm de profondeur (classes de drainage interne : imparfait ou faible, faible, très faible, assez pauvre, pauvre et très pauvre)	Signes d'hydromorphie jusqu'à 80 cm de profondeur (profondeur d'apparition de l'horizon G, G0, GR ou H)	Extrapolation de la carte de l'Aisne et corrections locales à dire d'expert
Réserve utile < 110mm	Transmise par CA 02	$RU = RFU * (1 - \% \text{ éléments grossiers}/100)$ correction par l'orientation des pentes sauf sur sols sableux (texture SL): les pentes orientées au nord et à l'est sont exclues des sols à faible RU	Extrapolation de la carte de l'Aisne, sélection des formations sur pente et correction par l'orientation des pentes (même règle que dans l'Oise)
Colluvions et alluvions	Transmis par CA 02	Colluviosol, Fluviosol, Histosol + sols à hydromorphie très marquée (profondeur d'apparition de l'horizon de gley)	Extrapolation de la carte de l'Aisne
Différenciation texturale	Apparition G à moins de 40 cm ou apparition G entre 40 et 80cm et texture argileuse	Même règle que dans l' Aisne et exclusion des colluvions et alluvions	Elaboration à dire d'expert
Sols filtrants	Texture S ou SL et sols à teneur en calcaire >10% et pierrosité > 10% sur cailloux crayeux et non crayeux	Texture SL et sols non battants à charge en éléments grossiers $\geq 15\%$ et teneur en calcaire >10%	Digitalisation manuelle à partir de la carte des textures (sols S ou SA ou SL et sols à teneur en calcaire >10%)
Dans les 3 départements: exclusion des sols à différenciation texturale			

Tableau N°1 : modalités de définition des paramètres de base pour chacun des trois départements



Chapitre 3

Règles de combinaison des informations géographiques : les plans d'informations dérivés

Le modèle de connaissance de la vulnérabilité détaille l'incidence des paramètres liés à la topographie, au sol et à la géologie sur l'organisation des écoulements au sein des hydrosystèmes cultivés. Ce modèle de connaissance est décliné en 3 plans d'informations dérivés afin de regrouper les paramètres d'influence commune.

3.1. Potentiel d'érosion des sols

La prise en compte de l'érosion est retenue pour tenir compte des transferts de matières actives phytosanitaires par adsorption aux particules des sols.

Il ne s'agit pas de quantifier l'érosion mais d'identifier la conjugaison des facteurs susceptibles de favoriser son apparition. Ainsi la combinaison des sols battants et en pentes est utilisée pour définir par exemple des zones où il y a formation des écoulements et érosion diffuse, et d'autres où, sous l'effet de la pente, les écoulements se concentrent.

Croisement SIG

Couche SIG	Modalité	Valeur
Pente	Inférieure à 2 %	0
Pente	Comprise entre 2 et 5%	1
Pente	Comprise entre 5 et 10%	2
Pente	Supérieure à 10%	3
Sols battants	Oui	50

Classes cartographiques

Types de sols	Score	Légende
Sols non battants	0	Potentiel d'érosion très faible
	1	Potentiel d'érosion très faible
	2	Potentiel d'érosion faible
	3	Potentiel d'érosion moyen
Sols battants	50	Potentiel d'érosion faible
	51	Potentiel d'érosion fort
	52	Potentiel d'érosion très fort
	53	Potentiel d'érosion très fort

3.2. Potentiel d'entraînement des phytosanitaires (mobilité de l'eau)

La mobilité de l'eau dans le sol est influencée par une faible réserve utile, l'hydromorphie et les situations géomorphologiques liées aux colluvions et alluvions.

L'analyse cherche à identifier, en tout point du territoire, comment les facteurs se conjuguent pour mettre en évidence des situations où la mobilité de l'eau est importante et d'autres où elle l'est moins.

Croisement SIG

Couche SIG	Modalité	Valeur
Sols à faible RU	Oui	1
Sols hydromorphes	Oui	10
Colluvions / Alluvions	Oui	100

Classes cartographiques

Type de sols	Score	Légende
Sol à forte RU, non hydromorphe et non situé en position colluviale ou alluviale	0	Potentiel d'entraînement faible
Sol à forte RU, hydromorphe et non situé en position colluviale ou alluviale	10	Potentiel d'entraînement très faible
Sol à faible RU, hydromorphe et non situé en position colluviale ou alluviale	11	Potentiel d'entraînement faible
Sol à faible RU, non hydromorphe et non situé en position colluviale ou alluviale	1	Potentiel d'entraînement fort
Sol à forte RU, hydromorphe ou non et situé en position colluviale ou alluviale	100 110	Potentiel d'entraînement fort
Sol à faible RU, hydromorphe ou non et situé en position colluviale ou alluviale	101 111	Potentiel d'entraînement très fort

3.3. Partition des écoulements

La partition des écoulements entre composante infiltration et ruissellement est sous la dépendance de la pente des terrains, du caractère filtrant des sols, de la battance et de la différenciation texturale.

L'analyse distingue quatre types de partition des écoulements :

- indéterminée ;
- à dominante ruissellement ;
- à dominante infiltration ;
- équilibrée.

Cette schématisation de l'organisation des transferts d'eau présente l'inconvénient d'un zonage par classes. L'interprétation des résultats ne doit pas occulter les nuances qui existent dans la réalité. Ainsi lorsque les transferts sont caractérisés par une dominante ruissellement, l'infiltration ne doit pas être pour autant considérée comme inexistante.

Croisement SIG

Couche SIG	Modalité	Valeur
Pente	Inférieure à 2 %	0
Pente	Comprise entre 2 et 5%	1
Pente	Comprise entre 5 et 10%	2
Pente	Supérieure à 10%	3
Sols filtrants	Oui	10
Sols battants	Oui	50
Différenciation texturale	Oui	100

Classes cartographiques

Type de sols	Score	Légende
Sols non filtrants et non battants et sans différenciation texturale	0	Écoulement à dominante infiltration
	1	Écoulement à dominante infiltration
	2	Écoulement équilibré
	3	Écoulement dominante ruissellement
Sols filtrants et sans différenciation texturale	10	Écoulement à dominante infiltration
	11	Écoulement à dominante infiltration
	12	Écoulement à dominante infiltration
	13	Écoulement équilibré
Sols battants avec ou sans différenciation texturale	50 150	Écoulement équilibré
	51 151	Écoulement à dominante ruissellement
	52 152	Écoulement à dominante ruissellement
	53 153	Écoulement à dominante ruissellement
Sols filtrants ou non avec différenciation texturale	100 110	Écoulement indéterminé
	101 111	Écoulement indéterminé
	102 112	Écoulement indéterminé
	103 113	Écoulement indéterminé

Remarque : la combinaison sols filtrants et battants est impossible

3.4. Vulnérabilité hydrogéologique des aquifères

Le travail est basé sur l'analyse des cartes géologiques au 1/50 000 recouvrant la majeure partie du département complétée par l'examen des atlas hydrogéologiques départementaux.

A partir des informations des notices géologiques, et en fonction des caractéristiques régionales et des spécificités locales, nous sommes parvenus à attribuer à chaque faciès une caractéristique de perméabilité :

- imperméable et semi-imperméable ;
- fissuré ;
- poreux ;
- karstique.

La distinction de perméabilité des milieux conduit à 4 classes de vulnérabilité :

- 1 – milieu imperméable : vulnérabilité faible ;
- 2 – milieu fissuré : vulnérabilité moyenne ;
- 3 – milieu poreux : forte vulnérabilité ;
- 4 – milieu karstique : très forte vulnérabilité.

3.4.1. Analyse et présentation des résultats

La détermination des caractéristiques des roches a conduit à l'élaboration de tableaux de synthèse présentés en Annexe du présent volume.

Ces tableaux donnent pour chacune des cartes géologiques (au 1/50 000) étudiées, le nom des formations rencontrées, quelques commentaires nous ayant aidés à caractériser les formations, et la classe de perméabilité attribuée. La classe de perméabilité d'une formation peut être variable à l'échelle d'une même carte géologique en raison des variations de faciès.

A partir des cartes au 1/100 000, élaborées avec les scans des cartes géologiques au 1/50 000, nous avons déterminé les contours de chacune de ces zones de perméabilité différente. Ces délimitations se sont également appuyées sur les informations des atlas hydrogéologiques.

Dès lors que des formations ont des caractéristiques identiques et qu'elles sont juxtaposées sur la carte, ces formations sont regroupées dans une même zone. En raison de l'échelle du travail, certains faciès apparaissent très petits sur la carte au 1/100 000. Ils n'ont donc pas été distingués.

Il faut noter que la partie septentrionale de la carte de l'Aisne est abondamment recouverte de formations superficielles. Ces dernières ne sont pas prises en compte pour la caractérisation de la perméabilité. Par contre, elles rendent difficile la délimitation des zones.

La cartographie élaborée en fonction des caractéristiques géologiques des différentes formations permet de visualiser la vulnérabilité de la première nappe et participe au diagnostic global à l'échelle des masses d'eau.

Le travail de synthèse reste difficile à plusieurs titres :

- Incohérence de cartes géologiques au 1/50 000 : on ne retrouve pas forcément les mêmes formations sur chaque coupure, ou bien les faciès ont des caractéristiques différentes, ou bien la distinction des formations est à un degré de détail différent.

- Incohérence des atlas hydrogéologiques : selon les cas, les formations superficielles peuvent constituer ou non un aquifère à part entière.

3.4.2. Département de l'Oise

Les formations recoupées sur le département de l'Oise s'étendent du Kimméridgien au Stampien. Il s'agit de formations sédimentaires marines à continentales.

On recoupe des assises marno-calcaires avant de traverser la craie du Crétacé. L'Eocène est principalement sableux avec des niveaux calcaires parfois karstifiés (Lutétien des feuilles de Clermont et de Méru, et au sud-est de la feuille de Creil). L'Oligocène regroupe des faciès argileux à sableux.

D'un point de vue structural, les dépôts sédimentaires sont peu affectés par la tectonique. On note seulement l'anticlinal de Beauvais au cœur du Kimméridgien. Le reste de la zone est principalement tabulaire.

Hormis dans les formations du cœur du synclinal de Beauvais, les cartes géologiques ne recensent pas de fractures. La potentialité d'infiltration par fractures est donc écartée.

D'un point de vue lithologique, quelques formations varient latéralement en terme de faciès et/ou présentent des spécificités.

La formation du Marinésien est présente uniquement sur la bordure méridionale du département. Elle est plus sableuse au sud-ouest qu'au sud-est où elle est présente sous forme calcaire.

Les argiles de Saint-Gobain (Auversien) présentes sur les feuilles de Chauny et de Montdidier s'amenuisent vers le sud. Ainsi, dans la partie méridionale du département, l'Auversien est constitué principalement par les sables de Beauchamp perméables.

Le Lutétien est constitué de plusieurs formations et s'apparente d'une manière générale à des faciès calcaires. Le Lutétien est donc considéré comme « fissuré ». Mais certaines cartes permettent de distinguer différents faciès constituant le Lutétien auxquels on attribue une perméabilité spécifique. On distingue les calcaires karstiques du Lutétien inférieur ou moyen et les marnes et caillasses semi-imperméables sur les feuilles de Dammartin-en-Goëlle et Villers-Cotterêts.

Les argiles de Laon (Cuisien), bien qu'elles soient distinguées sur les cartes de Chauny et de Montdidier, ne sont pas distinguables cartographiquement en raison de leur trop faible épaisseur.

Le Thanétien est constitué par les sables de Bracheux poreux. Sur la feuille de Compiègne, le sommet de ces sables est distingué et cartographié en calcaires. Il en est de même sur la carte de Chauny où les sables de Bracheux sont surmontés des Marnes de Sinceny et équivalents, semi-imperméables.

D'après la feuille de Clermont, la base du Cénomaniens est composée localement d'argile-calcaire (distinguable sur la carte) ce qui lui vaut des capacités semi-imperméables.

3.4.3. Département de l'Aisne

Le département de l'Aisne s'inscrit dans les auréoles septentrionales du Bassin de Paris et chevauche légèrement, vers le nord-est, le Massif ardennais. Les terrains affleurants recoupent une grande série du Cambrien au Quaternaire.

On observe trois ensembles bien distincts :

- le Primaire et le Jurassique, dans l'angle nord-est du département ;
- le Crétacé, largement représenté par la craie dans la moitié nord ;
- le Tertiaire, sur une grande moitié sud du département.

Les terrains primaires constitués de quartzophyllades (Cambrien), de schistes, de grès et de quelques calcaires (Dévonien) sont des formations considérées comme imperméables. Elles ne peuvent contenir un aquifère que très localement en surface.

Le Jurassique est calcaire avec des formations du Bathonien inférieur et moyen karstiques. Il n'est présent que dans la partie nord-est, feuille d'Hirson.

Le Crétacé inférieur est caractérisé par les sables de l'Albien intercalés entre deux niveaux argileux. Le Crétacé supérieur est crayeux du Cénomaniens au Campanien avec le niveau à « dièves » (craie argileuse) du Turonien moyen.

La base du Tertiaire est principalement sableuse avec les Sables de Bracheux et les Sables de Cuise. Ces niveaux sont intercalés entre les argiles de Vaux-sous-Laon, les argiles et lignites de l'Yprésien et les argiles de Laon.

Le Lutétien calcaire est karstique dans la partie méridionale.

La partie supérieure du Tertiaire (Auversien à Chattien) est une alternance de niveaux sableux, argileux, marneux, gypseux et calcaires.

L'ensemble des terrains est affecté par des plis à grand rayon de courbure ayant des axes orientés ONO-ESE. Ces plis ont joué à la fin du Crétacé et pendant le Tertiaire créant des fracturations parfois importantes. Ces dernières ont conféré aux roches sédimentaires leur capacité aquifère actuelle.

Les formations recoupées sur le département de l'Aisne connaissent de nombreuses variations de faciès.

Le Ludien regroupe des formations assez variées : calcaire, dolomie, marne, gypse. Il évolue latéralement d'ouest en est d'une formation de marnes supragypseuses à une formation enrichie en calcaire, notamment avec les calcaires de Saint-Ouen. C'est pourquoi, dans la partie occidentale, les terrains sont semi-imperméables à fissurés évoluant dans la partie orientale vers des terrains semi-imperméables à karstifiés.

La formation des marnes et caillasses du Lutétien supérieur change de faciès latéralement. Sur la feuille de Chauny, la formation est caractérisée comme « fissurée ». En se dirigeant vers l'est, cette formation devient plus marneuse. Elle est considérée comme semi-imperméable sur la carte de Laon. Au centre du département, les cartes géologiques considèrent cette formation comme un niveau semi-imperméable. Au sud du département, ces marnes et caillasses évoluent vers une formation plus calcaire, sensible à la karstification (cartes de Meaux, Château-Thierry et Epernay). Sur la feuille de Montmirail, la sensibilité à la karstification n'est pas signalée.

Les argiles de Laon sont très peu épaisses. Leur représentation cartographique s'apparente donc à une zone très réduite qui ne peut être distinguée à l'échelle du 1/100 000. Ce niveau imperméable n'a donc pas été identifié mais il est utilisé comme limite entre les faciès fissurés sous-jacents et les faciès poreux sus-jacents.

Le calcaire du bajo-bathonien affleure uniquement dans le nord-est du département. Dès lors qu'il est affecté par la fracturation il constitue un très bon aquifère karstique. Par ailleurs, notons que les limites de la formation crayeuse sur la feuille de Guise ont été fixées principalement à l'aide de l'atlas hydrogéologique.

3.4.4. Département de la Somme

La géologie de surface du département de la Somme est assez simple. Les formations observables s'étendent de la craie argileuse du Cénomaniens (uniquement sur les feuilles de Gamaches et de Neufchâtel) aux sables du Cuisien.

Les formations du Turonien et du Sénonien recouvrent la majeure partie du département. Les faciès crayeux présentent une fissuration qui offre un aquifère très important (nappe de la craie). Cette nappe de la craie repose sur les marnes du Turonien moyen et inférieur. Vers le sud, les dièves du Turonien moyen deviennent plus crayeuses. Le substratum de la nappe de la craie devient les argiles de Gault de l'Albien.

Les quelques lambeaux de formations tertiaires sont très épars. Seul au sud-est du département et à l'embouchure de la Somme en rive gauche, les sables de Bracheux constituent une nappe. Elle est très localement recouverte par les argiles sparnaciennes.

Les alluvions quaternaires sont bien développées dans les grandes vallées humides et en bordure littorale. Les formations superficielles sont également très présentes sur le département.

Les couches jurassiques et crétacées sont faiblement affectées par une succession d'axes anticlinaux et synclinaux à grand rayon de courbure d'orientation NO-SE.

Dans la partie occidentale du département, la « craie du Turonien moyen » passe du nord au sud à des faciès de plus en plus crayeux. C'est pourquoi, le c3b est considéré semi-imperméable sur la feuille de Saint-Valéry puis fissuré à partir de la feuille de Gammaches. Le c3a est semi-imperméable jusque sur la feuille de Gamaches puis il est fissuré sur la feuille de Neufchâtel.

Chapitre 4 Caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau

Les couches SIG descriptives de la vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau sont produites par combinaison des plans d'informations dérivés présentés au Chapitre 3.

4.1. Vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau superficielles

Croisement SIG

Couche SIG	Modalité	Valeur
Partition des écoulements	Dominante ruissellement	1
	Equilibrée	2
Potentiel d'érosion	Fort et très fort	10
Densité du réseau hydrographique ²	Nulle	100

Classes cartographiques

Score	Légende
0	Vulnérabilité intrinsèque faible
1	Vulnérabilité intrinsèque forte
2	Vulnérabilité intrinsèque moyenne
11	Vulnérabilité intrinsèque très forte
100	Vulnérabilité intrinsèque nulle à très faible
101	Vulnérabilité intrinsèque moyenne
102	Vulnérabilité intrinsèque faible
111	Vulnérabilité intrinsèque forte

² La densité du réseau hydrographique a été calculée à partir de la BD CarThAge selon une maille de 1 km². Les cartes de la vulnérabilité intrinsèque des eaux superficielles sans prise en compte du réseau hydrographique et de la densité du réseau hydrographique sont présentées à titre indicatif dans l'annexe cartographique.

4.2. Vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau souterraines

Croisement SIG

Couche SIG	Modalité	Valeur
Partition des écoulements	A dominante infiltration	1
	Equilibrée	2
Vulnérabilité des aquifères	Moyenne	10
	Forte à très forte	20
Mobilité de l'eau	Fort et très fort	100

Classes cartographiques

Score	Légende
0	Vulnérabilité intrinsèque nulle à très faible
1	Vulnérabilité intrinsèque faible
2	Vulnérabilité intrinsèque faible
10	Vulnérabilité intrinsèque faible
11	Vulnérabilité intrinsèque moyenne
12	Vulnérabilité intrinsèque moyenne
20	Vulnérabilité intrinsèque moyenne
21	Vulnérabilité intrinsèque très forte
22	Vulnérabilité intrinsèque forte
100	Vulnérabilité intrinsèque nulle à très faible
101	Vulnérabilité intrinsèque faible
102	Vulnérabilité intrinsèque faible
110	Vulnérabilité intrinsèque moyenne
111	Vulnérabilité intrinsèque forte
112	Vulnérabilité intrinsèque moyenne
120	Vulnérabilité intrinsèque forte
121	Vulnérabilité intrinsèque très forte
122	Vulnérabilité intrinsèque très forte

Chapitre 5

Caractérisation de la vulnérabilité actuelle des masses d'eau

La vulnérabilité intrinsèque des masses d'eau ne tient compte que des paramètres physiques invariants explicatifs des transferts vers les masses d'eau (topographie, sols, géologie). La vulnérabilité actuelle dérive de la vulnérabilité intrinsèque par prise en compte de l'occupation des sols.

L'occupation des sols apporte à la réflexion deux nouvelles dimensions :

- Elle permet d'appréhender l'organisation des écoulements au sein des hydrosystèmes cultivés. En effet, l'occupation des sols permet de s'intéresser à la présence des écrans au ruissellement que sont les bois et forêts, les prairies et les haies. A l'inverse, la connaissance de l'occupation des sols permet également de définir les territoires exempts d'écrans au ruissellement et au sein desquels les transferts d'eau seront facilités ;
- Elle permet d'intégrer la notion d'usage des substances phytosanitaires en fonction de l'utilisation des sols. La pression phytosanitaire sera plus élevée sur un territoire en majorité couvert de grandes cultures que sur un territoire plus bocager où les prairies occuperont une part importante de l'espace agricole.

La première étape nécessaire à la caractérisation de la vulnérabilité actuelle est donc la prise en compte de l'occupation des sols. C'est le croisement de la vulnérabilité intrinsèque avec l'occupation des sols qui donne la vulnérabilité actuelle.

5.1. Caractérisation de l'occupation des sols

Les informations utilisées pour la cartographie de l'occupation des sols sont issues de la base de données Corine Land Cover, du recensement agricole (RA) 2000 et des orthophotographies numériques. L'atlas des paysages de Picardie (DIREN Picardie) a également été utilisé pour confirmer le bien fondé de l'analyse produite.

Les usages des sols définis par Corine Land Cover sont préalablement utilisés pour distinguer 4 espaces géographiques distincts :

- Les zones boisées ;
- Les zones urbaines ;
- Les zones en eau ;
- Les zones agricoles.

Au sein de l'espace « zones agricoles », le RA 2000 permet de distinguer les territoires à dominante prairiale des zones de grandes cultures. Pour y parvenir un ratio est calculé en rapportant la surface toujours en herbe (STH) à la superficie agricole utile (SAU). Trois types d'organisation des paysages sont ainsi distingués :

- Les territoires de type « openfield » (moins de 15% de STH dans la SAU) ;
- Les zones présentant une faible proportion de prairies (STH/SAU entre 15 et 40%) ;
- Les zones présentant une forte proportion de prairies (STH/SAU > 40%).

Les valeurs du ratio STH/SAU qui définissent l'appartenance à l'un ou l'autre des trois types d'organisation des paysages agricoles ont été arrêtées par observation des orthophotographies aériennes numériques. L'illustration N° 4 donne une représentation des 3 types d'organisation des paysages définis à partir du rapport STH/SAU.

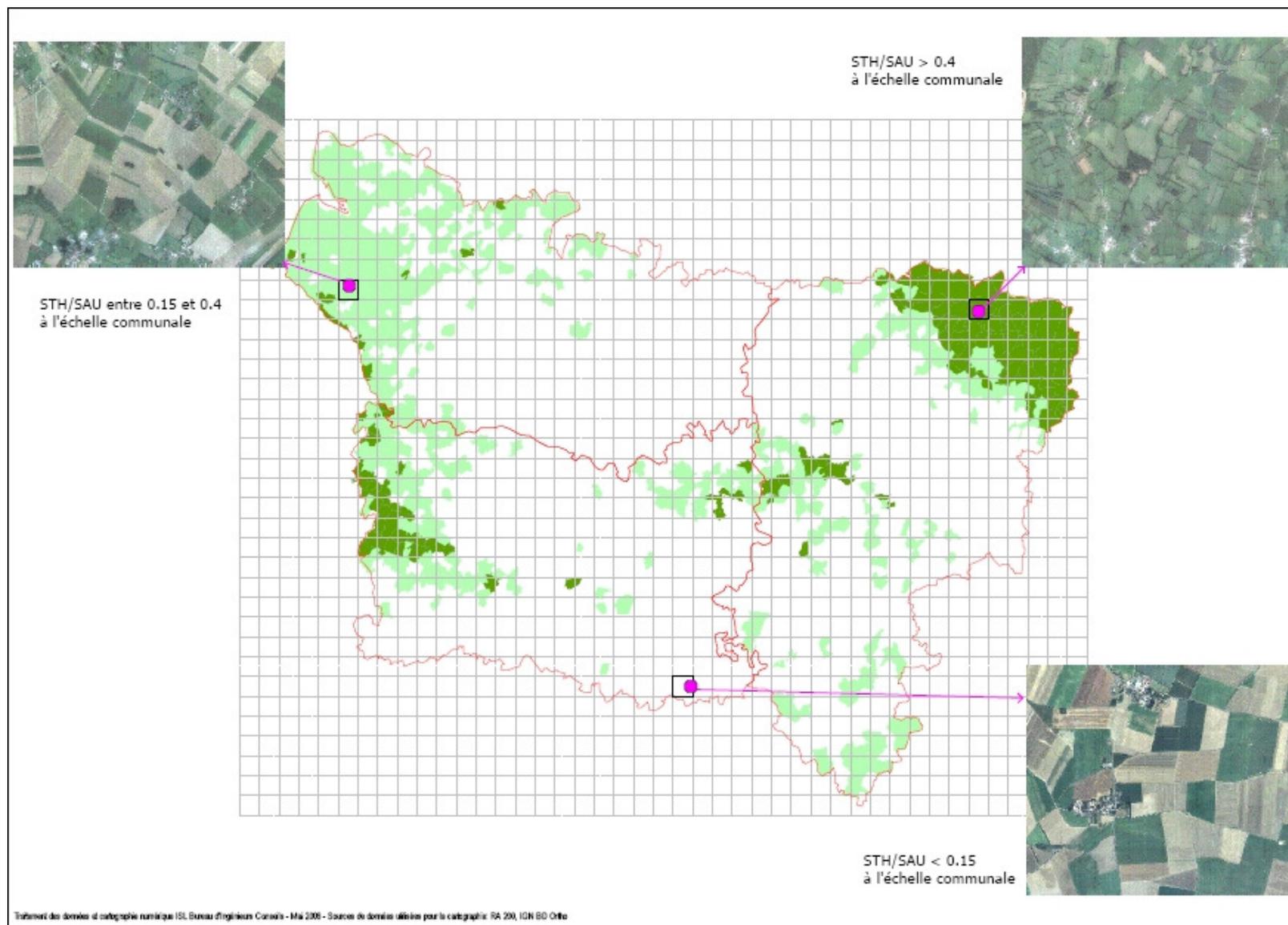


Illustration N°4 : Types d'organisation des paysages définis à partir du ratio STH/SAU

5.2. Vulnérabilité actuelle des masses d'eau superficielles

L'organisation du paysage a un impact, d'une part, sur l'usage des produits phytosanitaires (terme source des risques de pollution) et, d'autre part, sur les connexions hydrauliques au sein des bassins versants (écrans au ruissellement en présence de dispositifs végétalisés linéaires dans les situations où le rapport STH/SAU > 0,4). Ces deux composantes doivent être prises en compte dans le cas des eaux superficielles. Ainsi, les règles suivantes sont appliquées :

- Vulnérabilité actuelle très faible quelle que soit la modalité de vulnérabilité intrinsèque en présence de forêts ;
- Vulnérabilité actuelle égale à la modalité de vulnérabilité intrinsèque pour les notes 1 et 2 d'organisation du paysage ;
- Vulnérabilité actuelle égale à la vulnérabilité intrinsèque améliorée d'une classe de modalité dans les situations où STH/SAU > 0,4.

Croisement SIG

Couche SIG	Modalité	Valeur
Organisation du paysage	Openfield (STH/SAU ≤ 0,15)	1
Organisation du paysage	0,15 < STH/SAU < 0,4	2
Organisation du paysage	STH/SAU > 0,4	3
Organisation du paysage	Forêts	4
Vulnérabilité intrinsèque	Faible	10
Vulnérabilité intrinsèque	Moyenne	20
Vulnérabilité intrinsèque	Forte	30
Vulnérabilité intrinsèque	Très forte	40

Classes cartographiques

Score	Légende
11	Vulnérabilité actuelle faible
12	Vulnérabilité actuelle faible
13	Vulnérabilité actuelle très faible
14	Vulnérabilité actuelle très faible
21	Vulnérabilité actuelle moyenne
22	Vulnérabilité actuelle moyenne
23	Vulnérabilité actuelle faible
24	Vulnérabilité actuelle très faible
31	Vulnérabilité actuelle forte
32	Vulnérabilité actuelle forte
33	Vulnérabilité actuelle moyenne
34	Vulnérabilité actuelle très faible
41	Vulnérabilité actuelle très forte
42	Vulnérabilité actuelle très forte
43	Vulnérabilité actuelle forte
44	Vulnérabilité actuelle très faible

5.3. Vulnérabilité actuelle des masses d'eau souterraines

Croisement SIG

Couche SIG	Modalité	Valeur
Organisation du paysage	Openfield (STH/SAU <= 0,15)	1
Organisation du paysage	0,15 < STH/SAU < 0,4	2
Organisation du paysage	STH/SAU > 0,4	3
Organisation du paysage	Forêts	4
Vulnérabilité intrinsèque	Faible	10
Vulnérabilité intrinsèque	Moyenne	20
Vulnérabilité intrinsèque	Forte	30
Vulnérabilité intrinsèque	Très forte	40

Classes cartographiques

Score	Légende
11	Vulnérabilité actuelle faible
12	Vulnérabilité actuelle faible
13	Vulnérabilité actuelle très faible
14	Vulnérabilité actuelle très faible
21	Vulnérabilité actuelle moyenne
22	Vulnérabilité actuelle moyenne
23	Vulnérabilité actuelle faible
24	Vulnérabilité actuelle très faible
31	Vulnérabilité actuelle forte
32	Vulnérabilité actuelle forte
33	Vulnérabilité actuelle moyenne
34	Vulnérabilité actuelle très faible
41	Vulnérabilité actuelle très forte
42	Vulnérabilité actuelle très forte
43	Vulnérabilité actuelle forte
44	Vulnérabilité actuelle très faible

Chapitre 6

Annexes : caractérisation de la géologie et de l'hydrogéologie

Les tableaux suivants détaillent les résultats de l'analyse géologique et hydrogéologique menée sur les départements de la région Picardie.

Tableau de caractérisation de la perméabilité potentielle des formations géologiques de Picardie

STRATIGRAPHIE	N51 - Hirson			N64 - Ham			N65 - Saint-Quentin		
	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe
Stampien supérieur									
Stampien inférieur									
Bartonien supérieur : Priabonien - Ludien									
Bartonien moyen : Marinésien supérieur									
Bartonien moyen : Marinésien									
Bartonien inférieur : Auversien									
Lutétien supérieur									
Lutétien moyen									
Lutétien inférieur									
e4. Yprésien supérieur (Cuisien)	e4. Yprésien (Cuisien). Sables ocreux ou argileux et glauconieux	sable un peu argileux et glauconieux	poreux	e4a. Yprésien supérieur (Cuisien). Sable de Cuise	sables quartzeux fins	poreux			
e3. Yprésien inférieur (Spamacien)				e3F. Yprésien inférieur (Spamacien terminal), Faluns à Cyrènes et à Huitres	bancs argilo-calcaires ou des sables fossilifères	poreux			
				e3. Yprésien inférieur (Spamacien). Argiles et lignites	argile plastique avec intercalations de minces bancs ligniteux	semi-imperméable	e3. Yprésien inférieur (Spamacien). Argiles et lignites	argile plastique avec intercalations de minces bancs ligniteux	semi-imperméable
				e2cM. Thanétien supérieur continental. Marnes de Sinceny et faciès argileux équivalents	nombreux faciès : argile, marno-calcaire, intercalations sableuses	semi-imperméable	e2cM. Thanétien supérieur continental. Marnes de Sinceny et faciès argileux équivalents	nombreux faciès : argile, marno-calcaire, intercalations sableuses	semi-imperméable
				e2c. Thanétien supérieur marin. Sables et grès de Bracheux	sables quartzeux fins à rares passées de sable argileux	poreux	e2cD. Thanétien supérieur. Faciès deltaïque : sables grossiers	sables grossiers avec des passées d'argile calcaire	poreux
e2. Thanétien				e2c. Thanétien supérieur marin. Sables et grès de Bracheux	sables quartzeux fins à rares passées de sable argileux	poreux	e2c. Thanétien supérieur marin. Sables et grès de Bracheux	sables quartzeux très fins	poreux
	e2b. Thanétien (Landénien)	sables quartzeux très bien classés correspondant à l'assise des Sables du Quesnoy base légèrement argileuse sommet, présence de très gros blocs de grès	poreux	e2b. Thanétien moyen. Argile de Vaux-sous-Laon	argile fréquemment plastique pouvant contenir des lentilles sableuse	imperméable	e2b. Thanétien moyen. Argile de Vaux-sous-Laon	argiles se présentant sur deux aspects : soit une argile fréquemment plastique, soit une argile parfois ligniteuse	imperméable
							e2bT. Thanétien moyen. Tuffeau de la Frère et sables très fins	niveau aggloméré gris friable fin ou sable quartzeux à noyaux consolidés, passant latéralement à des sables extrêmement fin silteux	semi-imperméable
e1b. Montien									
C6. Campanien				c6a, c6b. Campanien. Craie blanche à rares silx, à Bélemnites		fissuré	c6. Campanien. Craie blanche sans silx à Bellemittelles		fissuré
C5. Santonien				c5. Santonien. Craie blanche à rares silx, à <i>Micraster coranguinum</i>	roche tendre, très pure; en bancs massifs réguliers souvent diaclasés	fissuré	c5. Santonien. Craie blanche à rares silx, à <i>Micraster coranguinum</i>	roche tendre, très pure; en bancs massifs réguliers souvent diaclasés	fissuré
C4c. Coniacien supérieur									
C4b. Coniacien moyen							c4. Coniacien. Craie blanche, sans silx, à <i>Micraster cortestudinarium</i>	craie tendre très pure contenant parfois des plaquettes de calcite recristallisée	fissuré
C4a. Coniacien inférieur									
C3c. Turonien supérieur									
C3b. Turonien moyen	c3b. Turonien moyen. Craie marneuse à <i>Terebratulina rigida</i>		semi-imperméable						
C3a. Turonien inférieur	c3a. Turonien inférieur. Marnes vertes à <i>Inoceramus labiatus</i>	argiles plastiques peu calcaires	semi-imperméable						
Cénomaniens Supérieur	c2c. Cénomaniens supérieur. Craie marneuse à <i>Actinocamax plenus</i>	marnes fortement calcaire	fissuré dans la zone d'étude						
Cénomaniens moyen	c2b. Cénomaniens moyen. Sables argileux et glauconieux	argile calcaire quartzo-glaucosieuse (même faciès que sur les feuilles voisines de l'Aisne et des Ardennes)	fissuré à semi-imperméable						
Cénomaniens inférieur									
n7c-d. Albien supérieur	c1c. Albien supérieur. Argile foncée avec gaize	argiles glauconieuses. Développement de bancs discontinus d'argiles à gaize	semi-imperméable à poreux						
n7b-c. Albien moyen	c1a-b. Albien inférieur et moyen. Sables et argile sglaucosieux	sables à proportion d'argiles très variable localement	poreux						
n7a. Albien inférieur									
n6. Aptien	n6. Aptien. Argile glauconieuse, pyriteuse		imperméable						
STRATIGRAPHIE	N51 - Hirson			N64 - Ham			N65 - Saint-Quentin		
	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe
n4. Barrémien									
n3. Wealdien	n3. Wealdien. Sables grossiers et argiles	sables grossiers mal triés souvent consolidés en bancs de grès	poreux						
βc. Portlandien supérieur									
βb. Portlandien moyen									
βa. Portlandien inférieur									
β. Kimméridgien									
β. Oxfordien									
β2c. Bathonien supérieur	β2c. Bathonien supérieur. Calcaires oolithiques et mameux		fissuré						
β2b. Bathonien moyen	β2b. Bathonien moyen. Calcaires blancs	calcaires pseudoolithiques parfois très fin, des calcaires graveleux, pisolithiques, crayeux ou compacts sensible à la dissolution	karstique						
β2a. Bathonien inférieur	β2a. Bathonien inférieur. Oolithe miliaire	calcaire oolithique sensible à la dissolution	karstique						
β1c. Bajocien supérieur	β1c. Bajocien supérieur. Marnes à <i>Ostrea acuminata</i>	marnes avec bancs de calcaire argileux	semi-imperméable						
β1b. Bajocien moyen	β1b-a. Bajocien moyen. Calcaires à débris	formation de nature assez variable	fissuré						
β1a. Bajocien inférieur									
β5. Toarcien	β5. Toarcien. Marnes schisteuses	marnes coupées de filets sableux donnant un aspect schisteux	semi-imperméable						
β4. Pléensbachien	β4. Pléensbachien. Marnes à ovoides	plusieurs faciès : marnes à plaquettes, marnes à nodules calcaires	semi-imperméable						
β3. Lotharingien	β3c. Lotharingien. Marnes sableuse	marnes gréseuses	semi-imperméable						
β6. Famennien	β6a. Famennien inférieur. Schistes verts	schistes fins et un peu siliceux	imperméable						
β5. Frasnien	β5. Frasnien. Schistes calcaires et calcaire		imperméable						
β4. Givétien	β4. Givétien. Calcaire compact bleu foncé		imperméable						
β3. Couvinien	β3. Couvinien (Efélien). Schistes, calcistes et calcaires	au sommet, alternance de schistes et calcaires à la base, la proportion calcaire augmente	imperméable						
β2e. Emsien supérieur	β2e. Emsien supérieur. Grauwacke de Hierges	grès calcaires et argileux	imperméable						
β2d. Emsien moyen	β2d. Emsien moyen. Schistes et grès rouges de Chooz	alternance schiste/grès grossiers	imperméable						
β2c. Emsien inférieur	β2c. Emsien inférieur. Grès de Vireux	grès quartzitique très dur avec intercalations de schistes	imperméable						
β2b. Siegénien supérieur	β2b. Siegénien supérieur. Grauwacke de Montigny-sur-Meuse	grès calcaires et argileux avec des schistes grossiers et bancs de grès	imperméable						
β2a. Siegénien inférieur	β2a. Siegénien inférieur. Grès d'Anor	grès quartzitique avec des passées de schistes	imperméable						
β1d. Gédinnien supérieur	β1d. Gédinnien supérieur. Schistes verts de Saint-Hubert	schistes compacts avec intercalations de grès quartzitiques	imperméable						
β1c. Gédinnien supérieur	β1c. Gédinnien supérieur. Schistes bigarrés d'Oignes	schistes accompagnés de grès quartzitique et parfois d'arkose	imperméable						
β1b. Gédinnien inférieur	β1b. Gédinnien inférieur. Schistes de Mondrepuis	schistes grossiers souvent gréseux avec strates carénées	imperméable						
β1a. Gédinnien inférieur	β1a. Gédinnien inférieur. Arkose d'Haybes et Poudingue de Fépin	poudingue à galets de taille très variable (3-4m) grès grossier essentiellement quartzitique	imperméable						
β3d. Révinien supérieur	β3d. Révinien supérieur. Quartzites noirs de la Petite-Commune	quartzite alternant avec de schistes	imperméable						
β3c. Révinien moyen	β3c. Révinien moyen. Phylades et quartzites noirs d'Anchamps		imperméable						
β3b. Révinien inférieur	β3b. Révinien inférieur. Phylades noirs de la Folle et Quartzites de la Roche-à-sept-heures	schistes noirs ardoisiers	imperméable						
β3a. Révinien inférieur	β3a. Révinien inférieur. Assise de transition au Devillien	niveau de schistes ardoisiers	imperméable						

Tableau de caractérisation de la perméabilité potentielle des formations géologiques de l'Aisne

STRATIGRAPHIE	N°157 - Epernay			N°186 - Montmirail		
	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe
Stampien supérieur	g2. Stampien. Sables de Fontainebleau		poreux	g2. Stampien. Sables et grès		poreux
Stampien inférieur	g1b. Stampien inférieur. Argiles rouges et vertes à meulères	argiles localement sablonneuses contenant des irrégularités de meulière caverneuse	fissuré			
	g1a. Stampien inférieur. Argile verte	non visible dans partie nord-est de la feuille	imperméable	g1a. Stampien inférieur. Argile verte	argile compacte avec forte proportion de sables très fins	semi-imperméable
Bartonnien supérieur : Priabonien - Ludien	e7c. Bartonnien supérieur (Ludien supérieur). Marnes supragypseuses	marnes correspondant aux marnes bleues d'Argenteuil et à celles de Pantin	semi-imperméable	e7c. Ludien supérieur. Marnes supragypseuses	marnes blanches alternant avec des bancs discontinus de calcaire la partie supérieure est plus franchement marneuse avec des nodules de calcaire crayeux	semi-imperméable
	e7b. Bartonnien supérieur (Ludien). Calcaire de Champigny	calcaire graveleux vacuolaire silicifié selon les endroits	karstique	e7b. Ludien moyen. Calcaire de Champigny	calcaire bréchique (dans l'angle nord-ouest, à partir de Bassaville et dans la vallée de la Mame, il fait place à son équivalent latéral gypseux) calcaire très fissuré passant à des cavités d'origine karstique	karstique
Bartonnien moyen : Marinésien supérieur	e6b-7a. Bartonnien moyen (Marinésien-Ludien inférieur). Calcaires de Saint-Ouen et argiles vertes, marnes blanches et calcaires	à la base et localement argiles vertes avec des niveaux des petits bancs de calcaire blanc au-dessus, calcaire de St-Ouen (1m) sur lequel vitrines couches de marnes alternant avec des calcaires au sommet, calcaire argileux	fissuré et semi-imperméable à la base	e6b. Marinésien. Marnes et calcaires	à la base, sable alternant avec des lits d'argile la série dominante est calcaire avec un couvert marneux	fissuré
Bartonnien moyen : Marinésien						
Bartonnien inférieur : Auversien	e6a. Auversien (Bartonnien inférieur). Sables et grès.	sables grésifiés au sommet recouvert par un calcaire sableux	poreux	e6a. Auversien. Sables et grès.	sables quartzeux fin ou moyen, grésifiés en surface	poreux
Lutétien supérieur	e5c. Lutétien supérieur. Marnes et caillasses	formations très hétérogènes argiles, marnes alternant avec des bancs de calcaire graveleux ou à grain fin épaisseur : 20 à 40m	karstique	e5c. Lutétien supérieur. Faciès "Marnes et caillasses"	alternance irrégulière de : argiles claires marnes blanches, calcaires à grain très fin, durs, calcaires grumuleux ou graveleux	fissuré (à tendance karstique)
Lutétien moyen	e5b. Lutétien moyen. Tuffeau de Darny	faciès laguno-marins à l'ouest passant à des faciès laguno-continentaux vers l'est	karstique	e5b. Lutétien moyen. Sable, calcaire, tuffeau	mur de la nappe des sables Bartonnien sable calcaire siliceux (épaisseur 8m) au sommet, calcaire	fissuré (à tendance)
Lutétien inférieur						
e4. Yprésien supérieur (Cuissien)	e4. Yprésien supérieur (Cuissien). Argile de Laon et sables	formation sableuse avec argile de Laon au sommet	poreux	e4. Cuissien. Sables	sable fin pouvant localement être induré variation d'épaisseur : quelques mètres - 20m absence d'argiles de Laon	poreux
e3. Yprésien inférieur (Sparnacien)	e3. Yprésien inférieur (Sparnacien). Argile plastique, marnes, lignites	formations avec des variations latérales brusques marnes calcaires à la base, surmontées par des marnes feuilletées et des argiles vertes qui localement sont des sables. Au sommet, des argiles	semi-imperméable			
e2. Thanétien						
	e2. Thanétien supérieur. Sables et marnes	formation de sables fins à la base parfois conglomératique latéralement au sommet, formation plus calcaire et marneuse	poreux			
e1b. Montien						
C6. Campanien	c6. Campanien. Craie		fissuré			
C5. Santonien						
C4c. Coniacien supérieur						
C4b. Coniacien moyen						
C4a. Coniacien inférieur						
C3c. Turonien supérieur						
C3b. Turonien moyen						
C3a. Turonien inférieur						
Cénomannien Supérieur						
Cénomannien moyen						
Cénomannien inférieur						
n7c-d. Albien supérieur						
n7b-c. Albien moyen						
n7a. Albien inférieur						
n6. Aptien						
STRATIGRAPHIE	N°157 - Epernay			N°186 - Montmirail		
	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe
n4. Barrémien						
n3. Wealdien						
βc. Portlandien supérieur						
βb. Portlandien moyen						
βa. Portlandien inférieur						
β. Kimméridgien						
β4. Oxfordien						
β2c. Bathonien supérieur						
β2b. Bathonien moyen						
β2a. Bathonien inférieur						
β1c. Bajocien supérieur						
β1b. Bajocien moyen						
β1a. Bajocien inférieur						
β5. Toarcien						
β4. Pliensbachien						
β3. Lotharingien						
β6. Famennien						
β5. Frasnien						
β4. Givétien						
β3. Couvinien						
β2e. Emsien supérieur						
β2d. Emsien moyen						
β2c. Emsien inférieur						
β2b. Siegénien supérieur						
β2a. Siegénien inférieur						
β1d. Gédinnien supérieur						
β1c. Gédinnien supérieur						
β1b. Gédinnien inférieur						
β1a. Gédinnien inférieur						
β3d. Révinien supérieur						
β3c. Révinien moyen						
β3b. Révinien inférieur						
β3a. Révinien inférieur						

Tableau de caractérisation de la perméabilité potentielle classification des formations géologiques de Picardie

STRATIGRAPHIE	N79 - Crèvecœur-le-Grand			N80 - Saint-Just en Chaussée			N81 - Montdidier			N82 - Chauny			N102 - Beauvais			
	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe	NOM	commentaires	classe	
Stampien supérieur																
Stampien inférieur																
Bartonien supérieur : Priabonien - Ludien																
Bartonien moyen : Marinésien supérieur																
Bartonien moyen : Marinésien																
Bartonien inférieur : Auversien										e6a. Sables de Beauchamp		poreux				
							e6aG. Argiles de Saint-Gobain	<5m	impermeable	e6aG. Argiles de Saint-Gobain	argiles parfois sableuses (<15m)	impermeable				
Lutétien supérieur							e5c. Calcaire à Cérithes	calcaire et marno-calcaire (3-5m); rarement visible; avec karst comblé par Sables de Beauchamp du Bartonien	fissuré	e5c. Calcaire à Cérithes	calcaire et marno-calcaire (5-7m)	fissuré				
Lutétien moyen							e5b. Calcaire grossier	15m	fissuré	e5b. Calcaire grossier	10-17m	fissuré				
Lutétien inférieur							e5a. Pierre à liards, glauconie grossière	sable calcaire (10-15m)	fissuré	e5a. Pierre à liards, glauconie grossière	sable calcaire (10-15m)	fissuré				
e4. Yprésien supérieur (Cuisien)							e4b. Argile de Laon		impermeable	e4b. Argile de Laon	argiles à passées sableuses (0-3m)	impermeable				
							e4a. Sables de Cuise	sables fins à grossiers parfois contaminé par limon (50-70m)	poreux	e4a. Sables de Cuise	sables fins à grossiers parfois contaminé par limon (50-70m)	poreux	e4. Sables de Cuise	sables fins avec galets à la base	poreux	
e3. Yprésien inférieur (Sparnacien)							e3. Argiles et lignite	<15m d'épaisseur	impermeable	e3F. Faluns à Cyrènes et à huitres. Sables de Sinceny e3. Argiles et lignite associée à e3F en raison de la faible épaisseur de ce dernier	5-20m d'épaisseur	impermeable	e3a. Argiles à faluns et à huitres	petit placage d'argile	impermeable	
e2. Thanétien	e2. Galets verdâtres, sables et grès, sables roux et galets "avellanaires"	succession de sables et galets avec localement des niveaux argileux (< 10m d'épaisseur)	poreux	e2. Sables de Bracheux, Grès de Gannes	< 10m d'épaisseur	poreux	e2cM. Thanétien supérieur : Marnes de Marquéglise, Calcaire de Mortemer, Sables calcaires de Clairoux e2c. Sables de Bracheux	formation sableuse avec niveau plus marneux en surface	poreux	e2cM. Thanétien supérieur. Marnes de Sinceny et équivalents		impermeable	e2. Sables de Bracheux	sables fossilifères exploités	poreux	
										e2c. Thanétien supérieur. Sables de Bracheux	sables fossilifères reposant sur silice	poreux				
e1b. Montien																
c4-6. Sénonien	c6. Craie à Belemnites c5. Craie à <i>Micraster coranginum</i> c4. Craie à <i>Micraster cortestudinarum</i>		fissuré	c6. Craie phosphatée, craie blanche à silice c5. Craie sans silice, localement phosphatée c4. Craie blanches à silice, calcaires dolomitiques		fissuré	c6. Craie à Belemnites c5. Craie à <i>Micraster coranginum</i> c4. Craie à <i>Micraster cortestudinarum</i>		fissuré	c6. Campagnien supérieur. Craie à <i>Belemnitella mucronata</i>	craie très fragmenté en surface	fissuré	c4-6. Craie à <i>Micraster</i> , Craie à Belemnites		fissuré	
c3. Turonien	c3. Craie marneuse	50m d'épaisseur	fissuré (fissuré au sommet et semi-imperméable à partir du Turonien moyen)									c3. Turonien : Craie marneuse	100m d'épaisseur	fissuré		
Cénomannien Supérieur	c1-2. Glauconie, craie glauconieuse, craie en plaquettes	40m d'épaisseur	fissuré									c2. Craie en plaquettes	le cénomannien supérieur est tendre	fissuré		
Cénomannien Inférieur												c1. Craie glauconieuse	le cénomannien inférieur est dure et riche en glauconie	fissuré		
n7b. & n7d. Albien supérieur	n7c-d. Argile blanchâtre, gaize. n7b. Argiles de Gault	formation de 25m d'épaisseur; les argiles de Gault devenant sableux vers Hanvoile	impermeable									n7d. Vraconien (gaize) n7b. Argiles de Gault	succession d'argiles avec au sommet marnes sableuse; au dessus, formation argilo-sableuse	semi-imperméable à impermeable		
n7a. Albien inférieur	n7a. Sables verts	25 à 80m d'épaisseur (épaisseur variable inverse des argiles de Gault)	poreux									n7a. Sables verts	sables glauconieux parfois ligniteux	poreux		
n6. Aptien												n6. Marnes bleues à rognons gréseux	formation très peu épaisse, estimée absente de la feuille			
n4. Barrémien	n4. Argiles panachées	20m d'épaisseur	impermeable									n4. Argiles panachées	argiles diverses avec quelques niveaux sableux lenticulaires	impermeable		
n3. Wealdien	n3. Sables et grès	succession de sables et de petits lits d'argileux, reposant sur des argiles (100m d'épaisseur)	poreux									n3. Sables et grès de Rainvillers	base argileuse puis importante épaisseur (50-100m) de divers sables	poreux		
j9c. Portlandien supérieur	j9c. Sables et grès de Trigonies	sables souvent argileux (20m d'épaisseur)	poreux (quelques niveaux semi-imperméables pas pris en compte)									j9c. Sables et grès à Trigonies	base argileuse puis sable à passées argileuse	poreux		
j9b. Portlandien moyen	j9b. Argiles, marnes et grès	argiles et marnes à la base puis sables et grès au sommet (90m d'épaisseur)	semi-imperméable									j9b. Argiles, marnes et grès	très hétérogène spatialement : sable, argile, marne, calcaire	semi-imperméable		
j9a. Portlandien inférieur	j9a. Calcaire lithographique	bancs souvent fracturés et démantelés par labours (10m d'épaisseur)	fissuré									j9a. Calcaire lithographique	j9a. Calcaire dur et cassant alternant avec des bancs de marnes	fissuré		
j8. Kimméridgien												j8. Argiles inférieures noires	mélange illite-kaolinite très plastique	impermeable		

STRATIGRAPHIE	n°79	n°80	n°81	n°82	n°102	n°103	n°104	n°105	n°126	n°127	n°128	n°129	n°154	
alluvions						nappe phréatique dans vallée du Thérain et de la Brèche	nappe phréatique à la confluence de l'Aisne et de l'Oise	nappe phréatique à la confluence de l'Aisne et de l'Oise		nappe phréatique dans alluvions avec qualité souvent médiocre	nappe phréatique dans alluvions de la onette, de l'Automne et de l'Oise	nappe phréatique		
Stampien supérieur									nappe du stampien au-dessus des marnes à huîtres et argiles du Sannoissien					
Stampien supérieur											nappe suspendue de la base des sables de Fontainebleau retenue par marnes et argiles du Stampien inférieur	aquifère des sables de Fontainebleau, limité par l'argile sableuse de la base et au toit par la Meulière de Montmorency	aquifère des sables de Fontainebleau, limité par marnes à huîtres et argile vert	
Stampien inférieur														
Stampien inférieur														
Bartonien supérieur : Priabonien														
Bartonien supérieur : Priabonien														
Bartonien moyen : Marinésien supérieur														
Bartonien moyen : Marinésien									bartonien moyen: nappe des Sables de Cresnes au-dessus des argiles de Tumbrel			aquifère marno-calcaire de Saint-Ouen limité par la formation de Ducy et Au toit par les argiles du gypse		
Bartonien inférieur : Auversien													nappes des Sables de Beauchamp	
Bartonien inférieur : Auversien														
Bartonien inférieur : Auversien								nappe très localisée		nappe suspendue de la base des Sables de l'Auversien reposant sur l'argile de Villeneuve-sur-Verberie	nappe suspendue de la base des Sables de l'Auversien reposant sur l'argile de Villeneuve-sur-Verberie	aquifère du Bartonien inférieur (Auversien) limité au plancher par les marnes et caillasses lutésiennes et au toit par la formation de Ducy		
Lutétien supérieur			niveau d'eau minime reposant sur les argiles de Laon	nappe du Lutétien					Nappe Lutétien-Cuisien & micro-karst dans les vallées de la Viosne et de l'Aubette			nappe du Lutétien supérieur très localisé dans le sud-ouest de la feuille		
Lutétien moyen							nappe suspendue de la base du Lutétien reposant sur argiles de Laon		nappe suspendue du Lutétien reposant sur argiles de Laon	Nappe Lutétien-Cuisien & micro-karst dans les vallées de la Viosne et de l'Aubette				
Lutétien moyen										Nappe Lutétien-Cuisien & micro-karst dans les vallées de la Viosne et de l'Aubette				
Lutétien inférieur							nappe suspendue de la base du Lutétien reposant sur argiles de Laon			Nappe Lutétien-Cuisien & micro-karst dans les vallées de la Viosne et de l'Aubette	nappe suspendue de la base du Lutétien présente uniquement quand présence de niveaux argileux au sommet du Cuisien	nappe de la base du calcaire grossier, reposant sur argile de Laon	nappe de la base du calcaire grossier, reposant sur argile de Laon	nappe de la base du calcaire grossier, reposant sur argile de Laon, alimenté par infiltration dans calcaires des plateaux, donne naissance à de nombreuses sources de débordement

