



CA de Saint Quentin: champ captant d'Harly

**Phase 1 à 4:
Définition de l'aire d'alimentation
et de sa vulnérabilité**

BIBLIOGRAPHIE

Études sur site

- ✓ 1976 – Définition des périmètres de protection des captages d'Harly – Note BRGM PNO 76/74, J-Y Caous
- ✓ 2001– SOREG – Inventaire des sources de pollution dans la zone d'influence du champ captant d'Harly
- ✓ 2007 – Définition des périmètres de protection du champ captant d'Harly – expertise de l'hydrogéologue agréé, M. Caudron – note MC/ 02.01.10
- ✓ 2007 – ANTEA - Pompage d'essai sur le captage d'eau potable du Mesnil-Saint-Laurent / Réalisation d'un forage d'infiltration et de quatre piézomètres de suivi
- ✓ 2009 – procédure d'autorisation et de protection des forages F1 et F2 sis à Harly – avis de l'hydrogéologue agréé du 1^{er} mars 2009, M. Caudron
- ✓ 2010 – GINGER/MEMOSOL – Étude hydrogéologique et de mise en place de forages de dépollution sur le champ captant d'Harly – Phase 1 à 5
- ✓ Communauté d'agglomération de Saint Quentin – Annexe technique à la procédure de mise en place des périmètres de protection

Données générales

- ✓ Base de données INFOTERRE
- ✓ Carte géologique de Peronne 1/50 000
- ✓ Carte géologique de Bohain en Vermandois 1/50 000
- ✓ Carte géologique de Ham 1/50 000
- ✓ Carte géologique de Saint Quentin 1/50 000
- ✓ AEAP : SCAN 25 et géologiques
- ✓ AEAP : Cartes piézométriques 1995, 1997 ,2001
- ✓ Atlas hydrogéologique numérique de l'Aisne

TABLE DES MATIERES

1 Rappel des enjeux	1
1.1 Les enjeux.....	1
1.2 Déroulement	2
2 Présentation du champ captant d'Harly	5
2.1 Généralités.....	5
2.2 Les puits de captage d'Harly et leur environnement.....	9
3 Qualité de l'eau	17
3.1 Paramètres physico-chimiques caractéristiques	17
3.2 Chroniques de la qualité des eaux	18
4 Contexte géologique et hydrogéologique	25
4.1 L'aquifère de la Craie.....	25
4.2 L'aquifère des sables thanétiens.....	35
4.3 Formations superficielles	35
4.4 Données locales	35
4.4.1 Coupe lithologique au droit du site.....	35
4.4.2 Piézométrie et paramètres hydrodynamiques	36
5 Proposition de l'aire d'alimentation	39
5.1 Origine des eaux.....	39
5.1.1 Vallée du Pré à l'Est.....	39
5.1.2 Coteau sud du champ captant	39
5.1.3 Apport de la modélisation	40
5.1.4 Bilan hydrologique simplifié.....	41
5.2 Aire d'alimentation.....	41

6 Étude de vulnérabilité du BAC.....	49
6.1 Cartographie de la vulnérabilité du BAC	49
6.1.1 Typologie d'aquifère	49
6.1.2 Description de la méthode utilisée.....	50
6.1.3 Étude des paramètres (dans leur ordre de mise en œuvre naturelle)	53
6.1.3.1 Nature du sol (S) : sensibilité au lessivage	53
6.1.3.2 Infiltration (I) – Sensibilité au ruissellement (R).....	59
6.1.3.3 Profondeur de nappe (H ZNS).....	63
6.1.3.4 Perméabilité de la zone non saturée (K ZNS)	67
6.1.3.5 Perméabilité de l'aquifère saturé (K Aqu. ou ZS).....	71
6.2 Carte de vulnérabilité intrinsèque de l'AAC	75

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1-1 : Extension du territoire d'étude avec localisation des captages AEP	2
Figure 1-2 : Logigramme de l'étude projetée	3
Figure 2-1 : Carte d'implantation du champ captant d'Harly avec ses périmètres de protection et les autres captages du secteur	7
Figure 2-2 : Coupes des captages et photos prises lors de la visite de site	13
Figure 2-3 : Évolution du niveau piézométrique de la nappe de la Craie au château d'eau de Mesnil Saint Laurent (Source : Ginger)	15
Figure 3-1 : Suivi de la concentration en nitrates du champ captant d'Harly depuis 1997 (données ADES)	19
Figure 3-2 : Suivi des nitrates du champ captant d'Harly en 2009 et 2010 (source : CA St Quentin)	20
Figure 3-3 : Évolution de l'atrazine entre 1995 et 2010 (données ARS)	21
Figure 3-4 : Évolution de la déséthyl atrazine entre 1997 et 2010 (données ARS)...	22
Figure 3-5 : Évolution de la turbidité entre 1995 et 2010 (données ARS)	23
Figure 4-1 : Extrait de la notice de la carte géologique de Peronne	26
Figure 4-2 : Extrait des cartes géologiques au 1 / 50 000 ° de Peronne, de Bohain en Vermandois, de Ham et de Saint Quentin.....	27
Figure 4-3 : Coupe géologique dans le secteur d'étude (extrait du rapport de Ginger).	29
Figure 4-4 : Piézométrie du secteur d'étude (Données BRGM).....	31
Figure 4-5 : Carte piézométrique réalisée par Ginger en octobre 2008.....	33
Figure 4-6 : Paramètres retenus pour les caractéristiques hydrodynamiques du modèle (rapport Mémosol – Ginger)	37
Figure 5-1 : Bassins versants topographiques / Champ captant d'Harly	43
Figure 5-2 : Proposition d'aire d'alimentation du champ captant d'Harly.....	47

Figure 6-1 : Principaux types d'aquifères (Vernoux et al., Guide BRGM)	49
Figure 6-2 : Carte pédologique du premier horizon rencontré	55
Figure 6-3 : Carte de vulnérabilité au lessivage des sols	57
Figure 6-4 : carte de vulnérabilité au ruissellement.....	61
Figure 6-5 : Carte de vulnérabilité vis-à-vis de l'épaisseur de la zone non saturée ..	65
Figure 6-6 : Carte de vulnérabilité vis-à-vis de la perméabilité de la zone non saturée	69
Figure 6-7 : Carte de vulnérabilité vis-à-vis de la perméabilité de la zone saturée ...	73
Figure 6-8 : Carte de vulnérabilité intrinsèque du bassin d'alimentation correspondant aux captages de la commune d'Harly.	77

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Extraits du rapport phase 6 de Ginger 2009

ANNEXE 2 : Extraits du rapport phase 6 de Ginger 2009

1

Rappel des enjeux

1.1 Les enjeux

Comment concilier développement économique, aménagement du territoire et gestion durable des ressources en eau ?

C'est en réponse à cette question que la *Directive Cadre Européenne sur l'Eau* (DCE) donne la priorité à la protection de l'environnement, en demandant de veiller à la non-dégradation de la qualité des eaux et d'atteindre d'ici 2015 un bon état général tant pour les eaux souterraines que pour les eaux superficielles, y compris les eaux côtières.

En conséquence, les États membres doivent assurer la protection des captages afin de prévenir la détérioration de leur qualité et de réduire le degré de traitement nécessaire à la production d'eau potable et peuvent à cette fin établir des zones de sauvegarde de ces ouvrages.

A cet effet, la loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 Décembre 2006 a renforcé les dispositifs de gestion de la ressource en créant des zones de protection quantitative et qualitative des *aires d'alimentation des captages* (AAC), pour lutter contre les pollutions diffuses d'origine agricole et non agricole. Cette disposition est reprise dans le SDAGE Artois-Picardie (cf. orientation 7).

Parallèlement, la loi d'orientation du Grenelle de l'Environnement prévoit que *d'ici 2012* des plans d'actions soient mis en œuvre pour assurer la protection de cinq cents captages, les plus menacés par des pollutions diffuses. A l'échelon du bassin Artois-Picardie, 13 sites de captages étaient concernés (cf. Dossier de presse du 20 novembre 2009).

Au delà de l'enjeu des pollutions diffuses, d'autres captages méritent également une attention particulière du fait de la population importante desservie ou du caractère unique de la ressource prélevée.

C'est pourquoi l'AGENCE DE L'EAU ARTOIS PICARDIE a identifié les captages les plus stratégiques dans le cadre de son 9^{ème} programme pluriannuel d'intervention (Cf. Figure 1-1 : Extension du territoire d'étude avec localisation des captages AEP, présentée page suivante).

L'objet de la présente étude est de procéder à la délimitation de l'aire d'alimentation de plusieurs captages (AAC) du bassin Artois-Picardie et de cartographier la vulnérabilité intrinsèque de chaque zone vis-à-vis des pollutions diffuses.

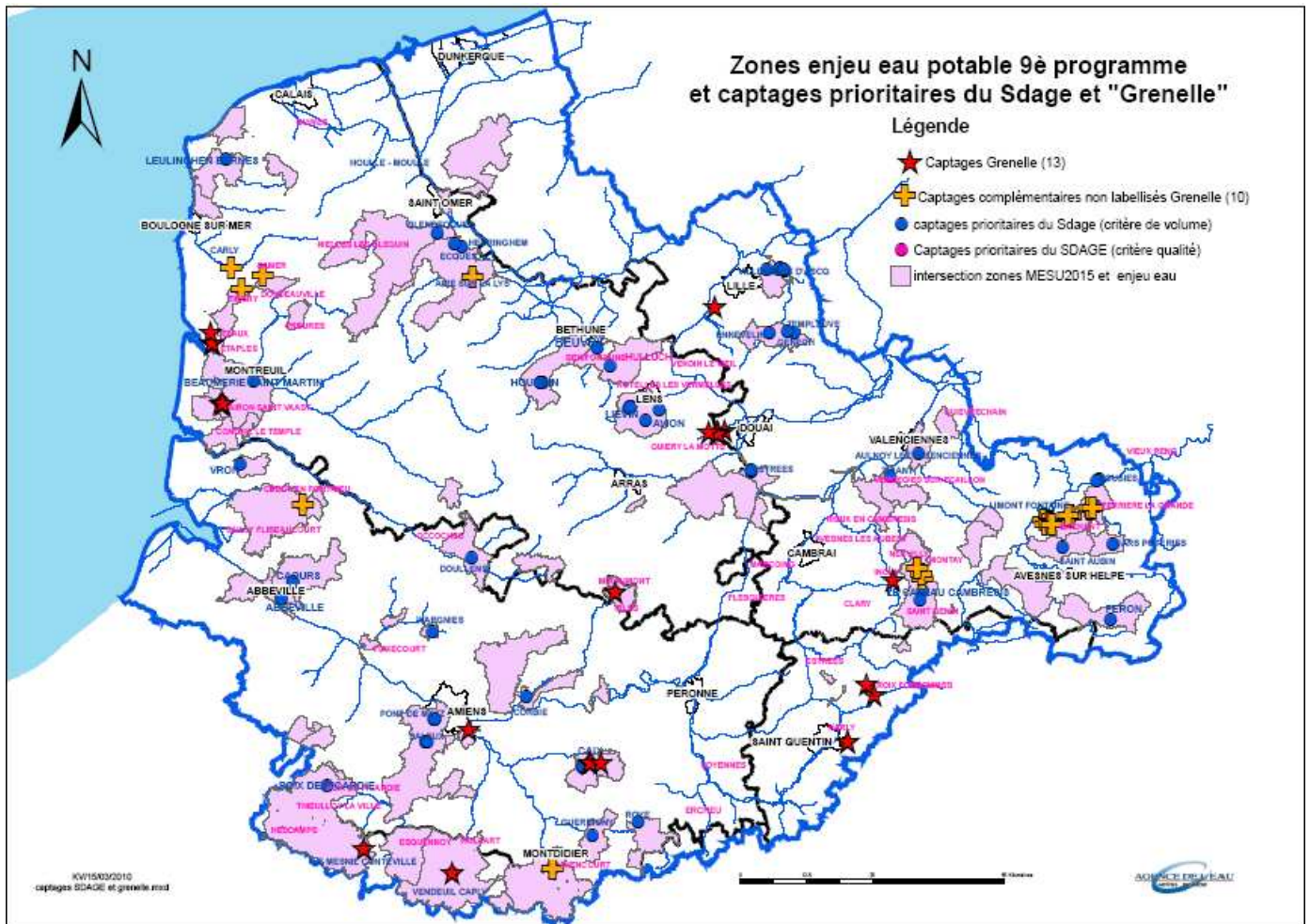


Figure 1-1 : Extension du territoire d'étude avec localisation des captages AEP

1.2 Déroulement

Le travail demandé dans la tranche ferme se décompose en quatre phases. La démarche proposée peut se résumer par le logigramme présenté ci-dessous.

La loi d'orientation du Grenelle de l'Environnement impose des délais très contraignants durant lesquels il devra être mis en œuvre des programmes d'actions destinés à assurer la protection effective des captages identifiés.

Pour chacun d'eux, il s'agit d'arrêter la zone de protection de leur aire d'alimentation, sur la base d'un diagnostic territorial des pressions agricoles, puis de définir un programme d'actions (au plus tard à l'automne 2011) pour permettre la mise en place de mesures agro-environnementales (d'ici mai 2012).

La présente étude ne concerne que la première étape d'une démarche beaucoup plus globale, allant de la définition de l'aire d'alimentation des captages étudiés jusqu'à la mise en place de mesures destinées à prévenir toute détérioration de leur qualité.

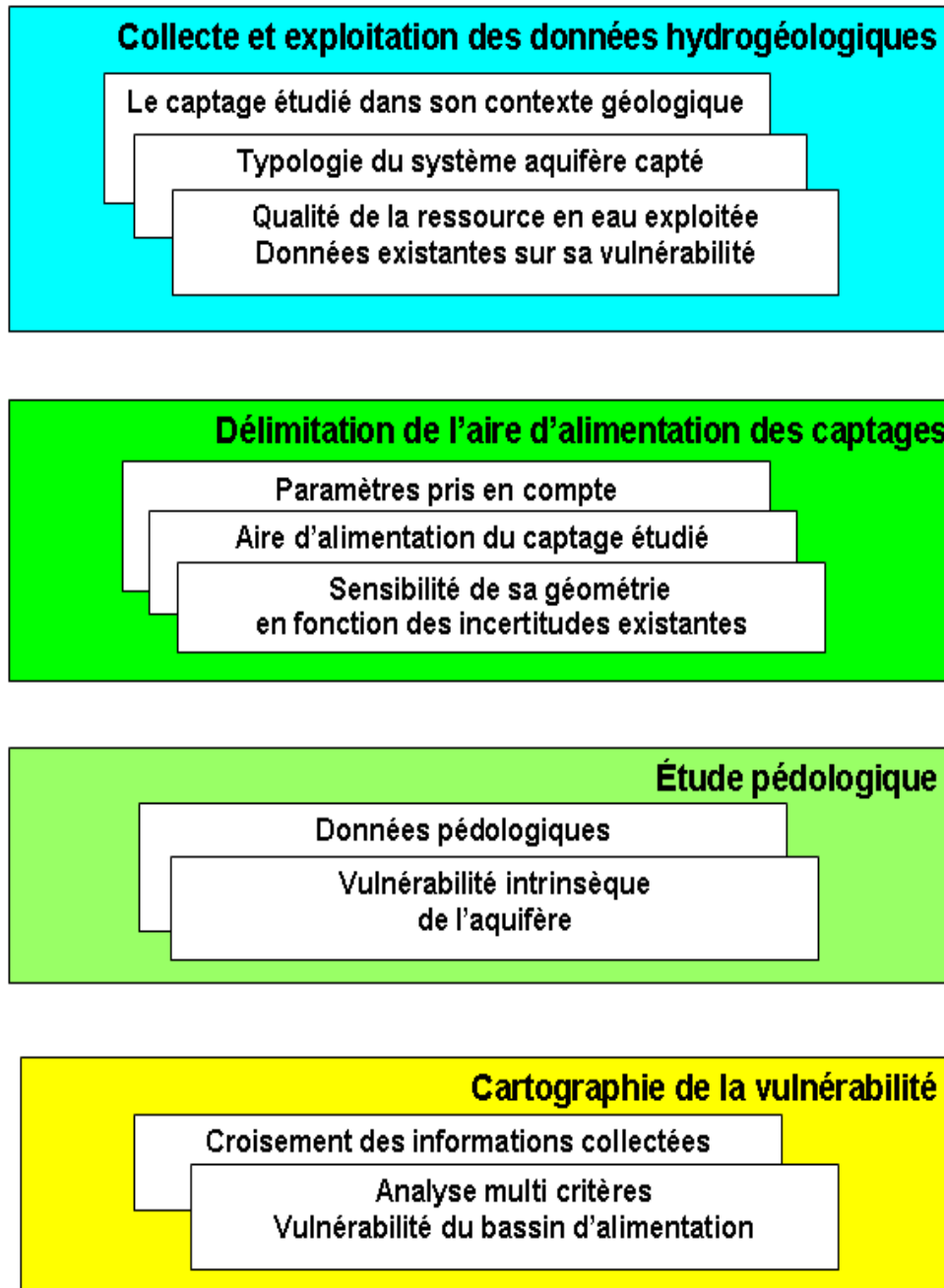


Figure 1-2 : Logigramme de l'étude projetée

2

Présentation du champ captant d'Harly

2.1 Généralités

La Communauté d'Agglomération de Saint-Quentin (CASQ), par son service des eaux, assure en régie la distribution de l'eau potable des 20 communes qui la composent pour environ 75 000 habitants (données 2007) :

Pour sa production d'eau potable, la collectivité exploite 3 champs captant différents :

- 3 forages qui constituent le champ captant de Tour-Y-Val implantés à l'intérieur de l'agglomération Saint-Quentinoise et fournissant en moyenne 9 667 m³/jour en 2009 soit 69,8 % des besoins,
- 2 forages à l'Est de Saint-Quentin formant le champ captant d'Harly et produisant 3 877 m³/jour soit 28 % des besoins,
- 4 forages communaux conservés à Essigny-le-Petit, Fontaine-Notre-Dame, Marcy et Mesnil-Saint-Laurent et produisant 246 m³/jour soit 1,8 % des besoins. Ils alimentent les communes dont ils portent le nom, sauf le forage de Fontaine-Notre-Dame qui dessert également Fieulaine et Essigny-le-Petit qui dessert pour partie la commune de Fonsomme depuis 2009.

Le reste des besoins, soit 0,4 %, est importé par le biais d'achat d'eau à des collectivités limitrophes au territoire communautaire.

Le volume d'achat d'eau en gros est de de 42 570 m³ pour 2009.

La **figure 2-1** présente la situation géographique du champ captant d'Harly avec ses périmètres de protection et les autres captages d'eau souterraine dans le secteur. Ces données sont issues de la base de données Agence de l'eau Artois Picardie.

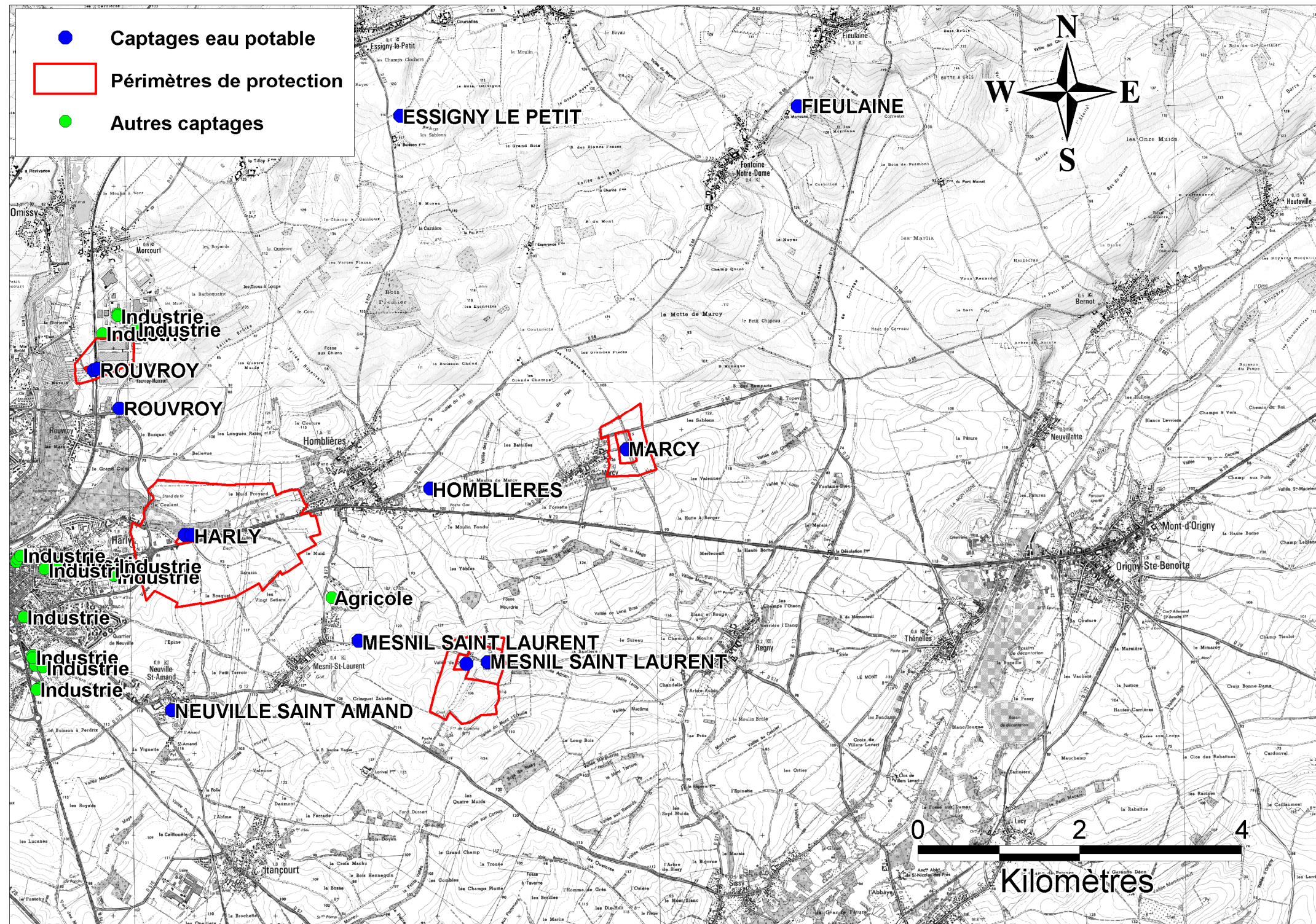


Figure 2-1 : Carte d'implantation du champ captant d'Harly avec ses périmètres de protection et les autres captages du secteur

2.2 Les puits de captage d'Harly et leur environnement

Le champ captant d'Harly est situé dans la vallée des Prés entre Harly et Homblières sur la commune d'Harly au lieu dit « Le Muid Proyard ». Elle rejoint la vallée de la somme 1.5 km en aval, au niveau de St Quentin. La vallée recèle de zones humides (tourbeuses) au niveau d'Harly. L'environnement est essentiellement agricole

Outre l'agriculture, les points proches de l'environnement du champ captant sont :

- ✓ La route RD1029 passant au sud des ouvrages,
- ✓ Quelques habitations situées à environ 300 m au Nord-Ouest,
- ✓ Une surface commerciale située à 200 m à l'Ouest.

Les deux captages, répertoriés sous les indices nationaux 0065-2X-0053 (F1) et 0065-2X-0054 (F2), sont distants de 80 m l'un de l'autre. Le périmètre de protection immédiat est clôturé et défriché.

La **figure 2-2** présente la coupe technique et géologique des deux captages et des photos du site.

En 2007, la production du champ captant d'Harly était répartie comme suit :

- ✓ 1 268 840 m³ produits par F1,
- ✓ 214520 m³ produits par F2,

Cette répartition permet une dilution des eaux de F2 qui présente parfois des concentrations en nitrates dépassant la valeur seuil fixée dans la réglementation (50 mg/l).

L'autorisation de prélèvements du champ captant est définie comme suit :

débit de prélèvement (en m³/h)	500
volume prélevé annuel (en m³/an)	3 100 000
volume prélevé journalier moyen (en m³/jour)	8 500
temps de production moyen (en heures/jour)	17
coefficient de pointe journalier fixé	1,3
volume prélevé journalier de pointe (en m³/jour)	11 000
temps de production en pointe (en heures/jour)	22

Ces volumes prélevés, tant annuels que journalier, permettront, à moyen terme, d'augmenter la part des besoins en eau communautaires assurée par le champ captant d'Harly. Pour mémoire, ces besoins s'élèvent à près de 5 100 000 m³ en 2009.

Par ailleurs, ces chiffres sont cohérents avec les périmètres de protection définis par l'hydrogéologue agréé qui a pris pour hypothèse de calcul une exploitation du champ captant à 500 m³/h 24h/24.

Nous ne disposons pas de suivi piézométrique au droit du champ captant, nous présentons donc à la place, en **figure 2-3**, le suivi de nappe réalisé par Ginger au droit du château d'eau de Mesnil St Laurent entre 1998 et 2007.

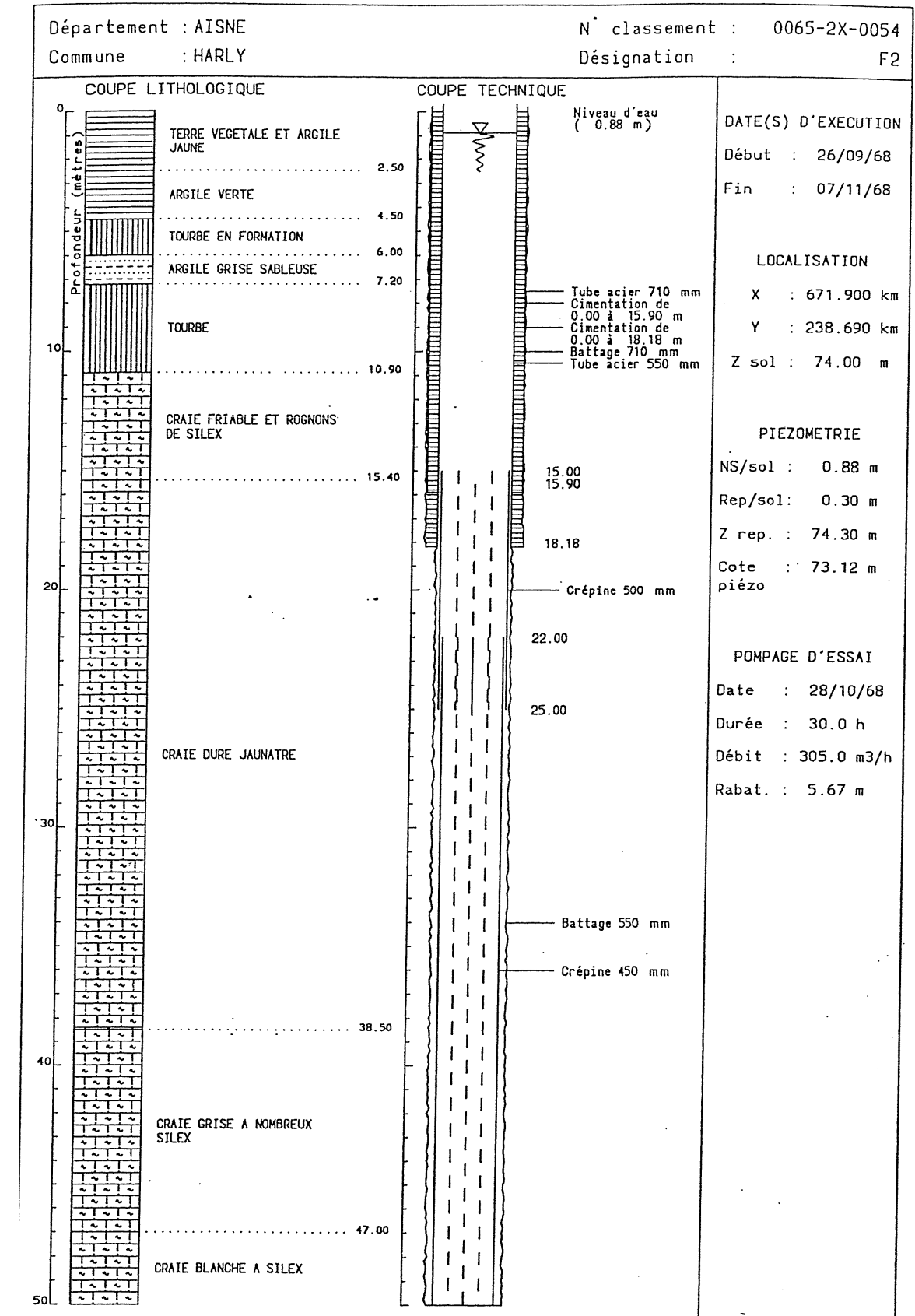
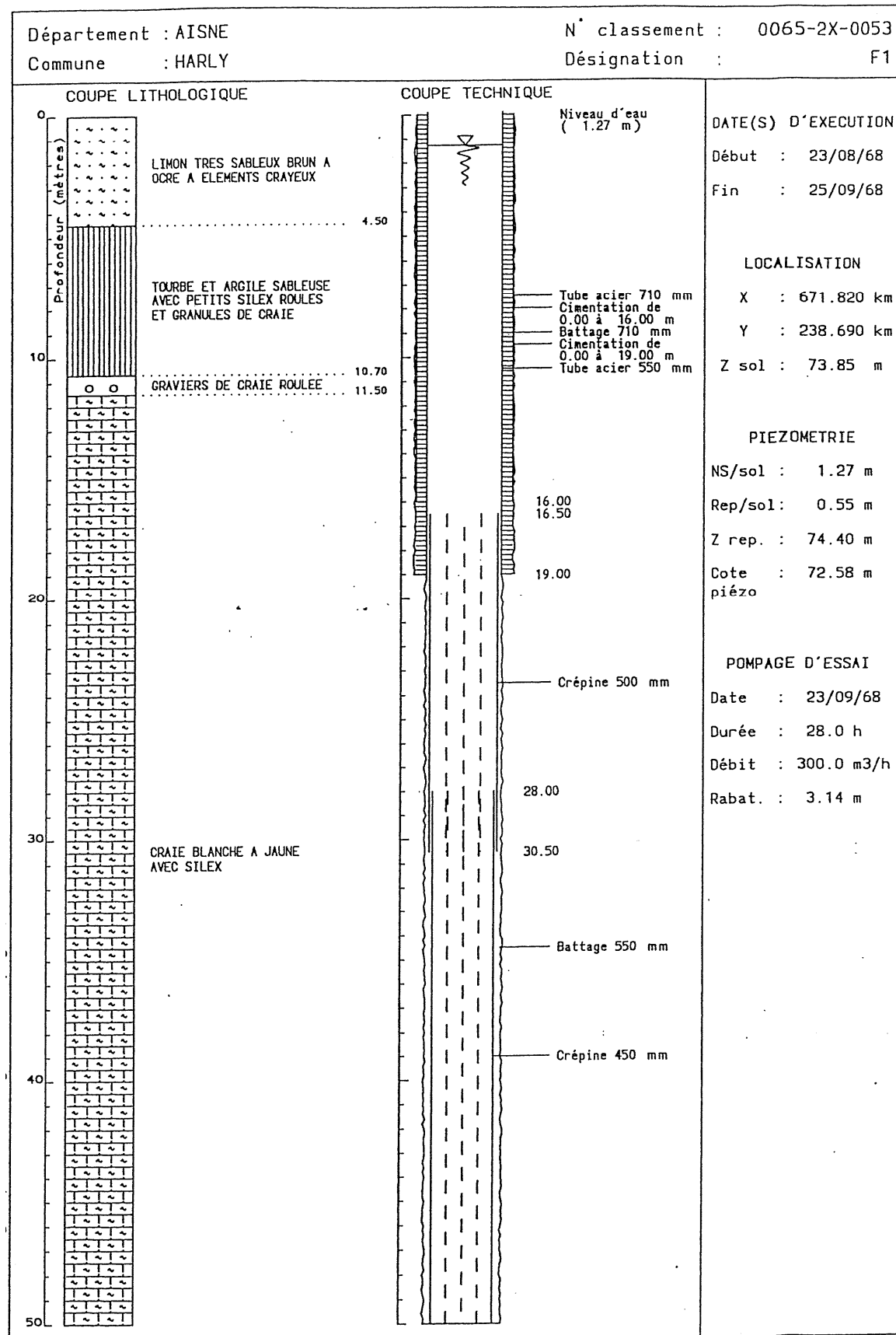




Figure 2-2 : Coupes des captages et photos prises lors de la visite de site

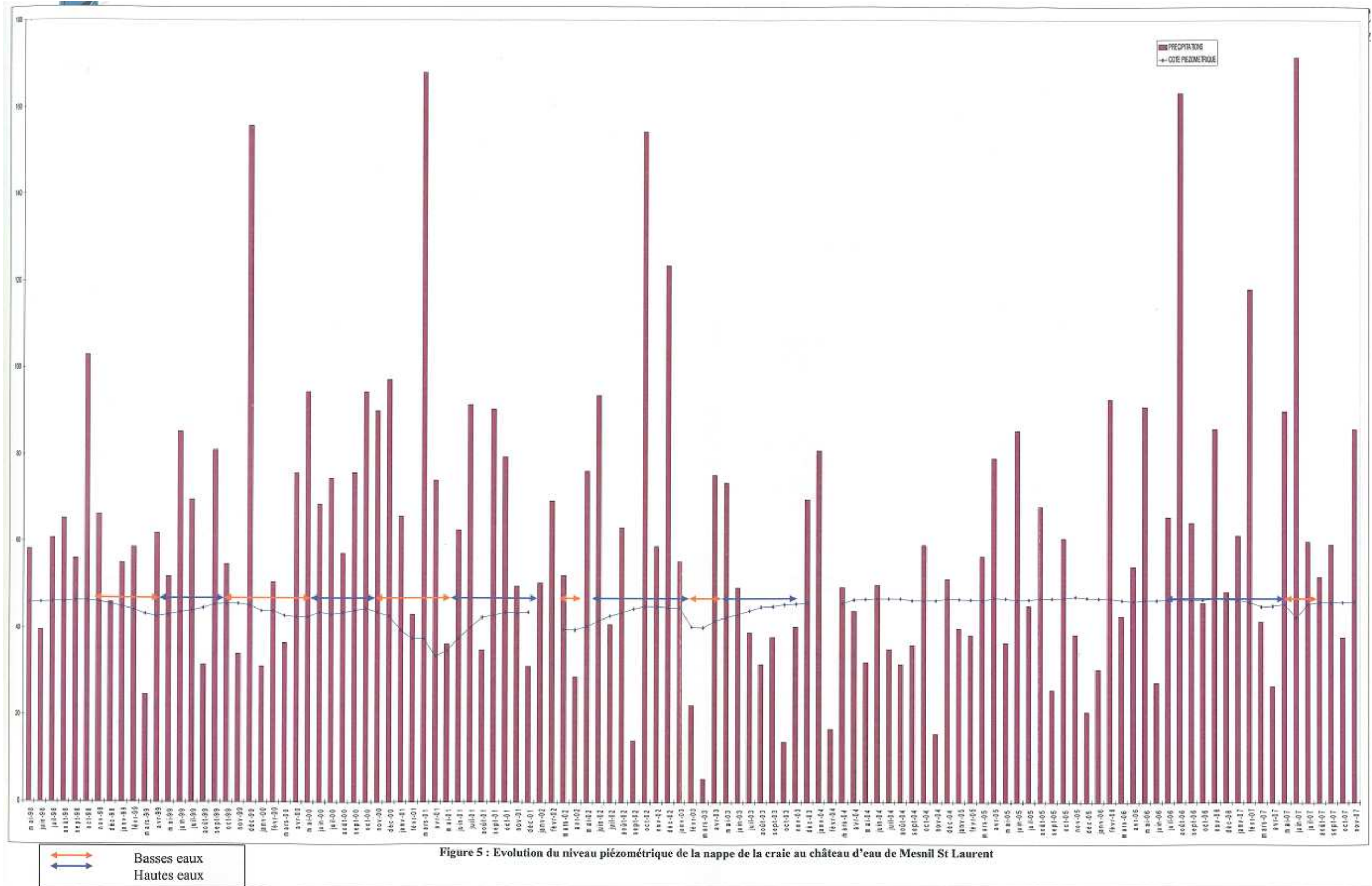


Figure 2-3 : Évolution du niveau piézométrique de la nappe de la Craie au château d'eau de Mesnil Saint Laurent (Source : Ginger)

3

Qualité de l'eau

3.1 Paramètres physico-chimiques caractéristiques

Les analyses de la DDASS-ARS pratiquées régulièrement dans le cadre du contrôle sanitaire montrent les caractéristiques suivantes dans des ordres de grandeur comparables au droit des deux captages du champ captant d'Harly.

- ✓ Minéralisation carbonatée moyenne typique de ce type d'aquifère de la craie avec une conductivité variant autour de 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- ✓ On ne constate que quelques dépassements ponctuels des normes de turbidité en vigueur concernant la qualité de l'eau (limite fixée à 1 NFU), voir le graphique du paragraphe suivant;
- ✓ Les analyses bactériologiques (ARS et nombreuses analyse en régie) sur eau brute montrent l'absence constante des paramètres bactériologiques : coliformes, Streptocoques fécaux et Escherichia coli ;
- ✓ On note des dépassements de la concentration autorisée en HAP (benzofluoranthène : 0.02 à 0.133 $\mu\text{g}/\text{l}$) sur les contrôles de type UDI (Unité de distribution) effectués par l'ARS. D'après l'ARS, ceci pourrait être dû à l'utilisation du bioxyde de chlore dans le traitement de l'eau ;
- ✓ **Les valeurs en nitrates fluctuent globalement entre 40 et 60 mg/l avec une légère augmentation ces dernières années (cf. § 3.2) ;**
- ✓ Les analyses pesticides ne montrent aucun dépassement des normes de potabilité (0,1 $\mu\text{g}/\text{l}$ et 0.5 $\mu\text{g}/\text{l}$ au total) (cf. § 3.2).
- ✓ On note la présence d'atrazine et de ses métabolites en concentration comprise entre 0.01 et 0.1, avec une décroissance en cours. On retrouve de manière sporadique et en dessous des normes du diuron et de la simazine.
- ✓ les autres paramètres analysés ne nécessitent pas de commentaires particuliers : absence de dépassements en fer, manganèse, ammonium, fluor, sélénium et nickel.

3.2 Chroniques de la qualité des eaux

Concernant les nitrates, les **Figure 1-1**, **Figure 3-2** et ci-dessous mettent en évidence des concentrations en légère augmentation entre 1995 et 2010 avec passage de 42 à 45 mg/l en mélange.

D'après les analyses faites en régie, en 2009 à titre d'exemple, les concentrations au droit du forage F1 (entre 45 et 50 mg/l) sont légèrement inférieures à celles du forage F2 qui sont régulièrement au dessus de 50 mg/l. L'écart est de l'ordre de 5 mg/l. Ce facteur représente donc le principal point à étudier dans le cadre de la phase ultérieure que représente le diagnostic territorial multi pressions.

Nous rappelons que la limite de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine est fixée à 50 mg/l et la référence de qualité à 25 mg/l/.

La **Figure 3-3** ci-dessous met en évidence des concentrations en atrazine n'atteignant jamais la limite de qualité (0,1µg/l).

La **Figure 3-5** ci-dessous met en évidence des variations négligeables de la turbidité, même si l'on peut noter ponctuellement des dépassements de la limite de qualité (1 NTU)

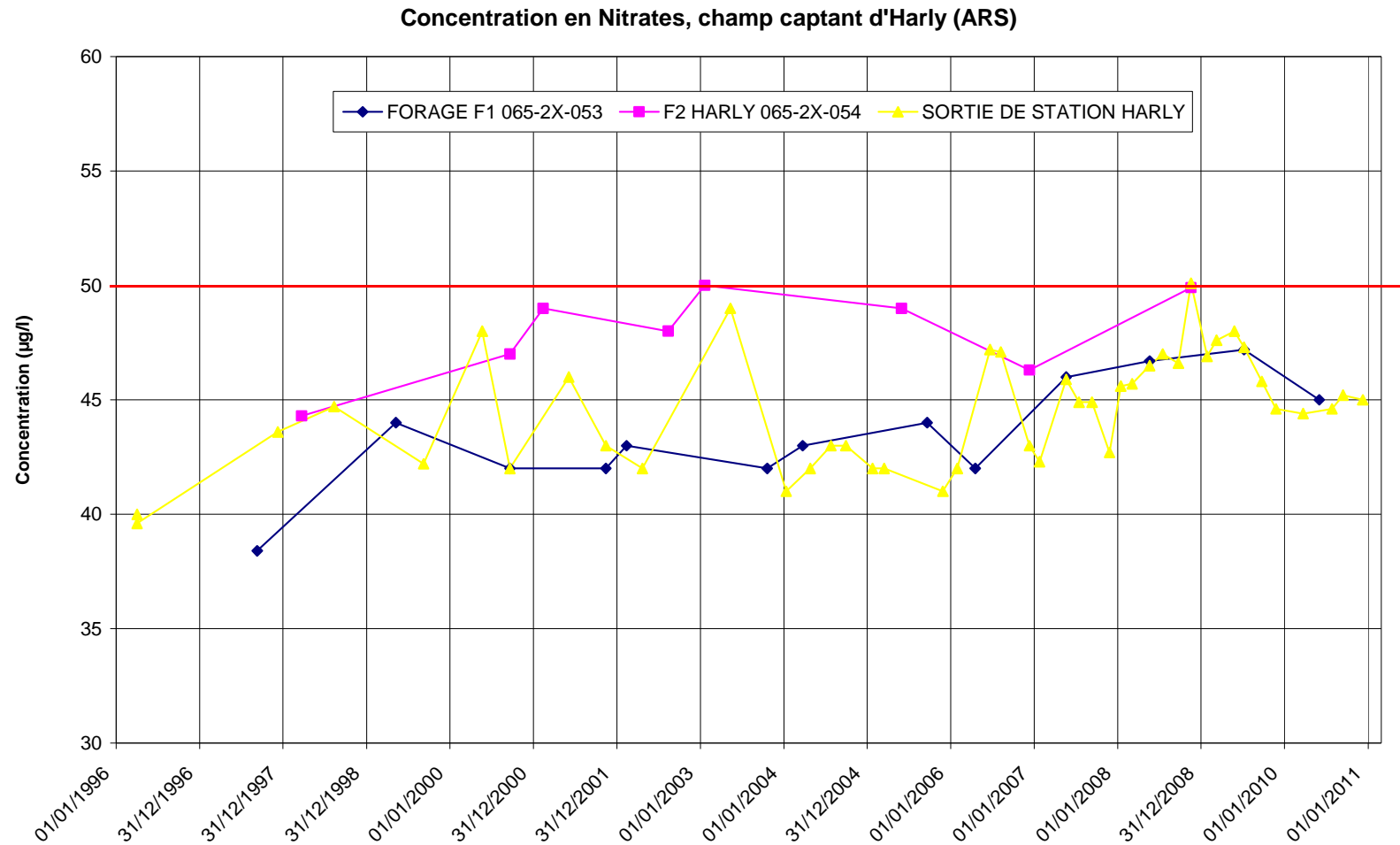


Figure 3-1 : Suivi de la concentration en nitrates du champ captant d'Harly depuis 1997 (données ADES)

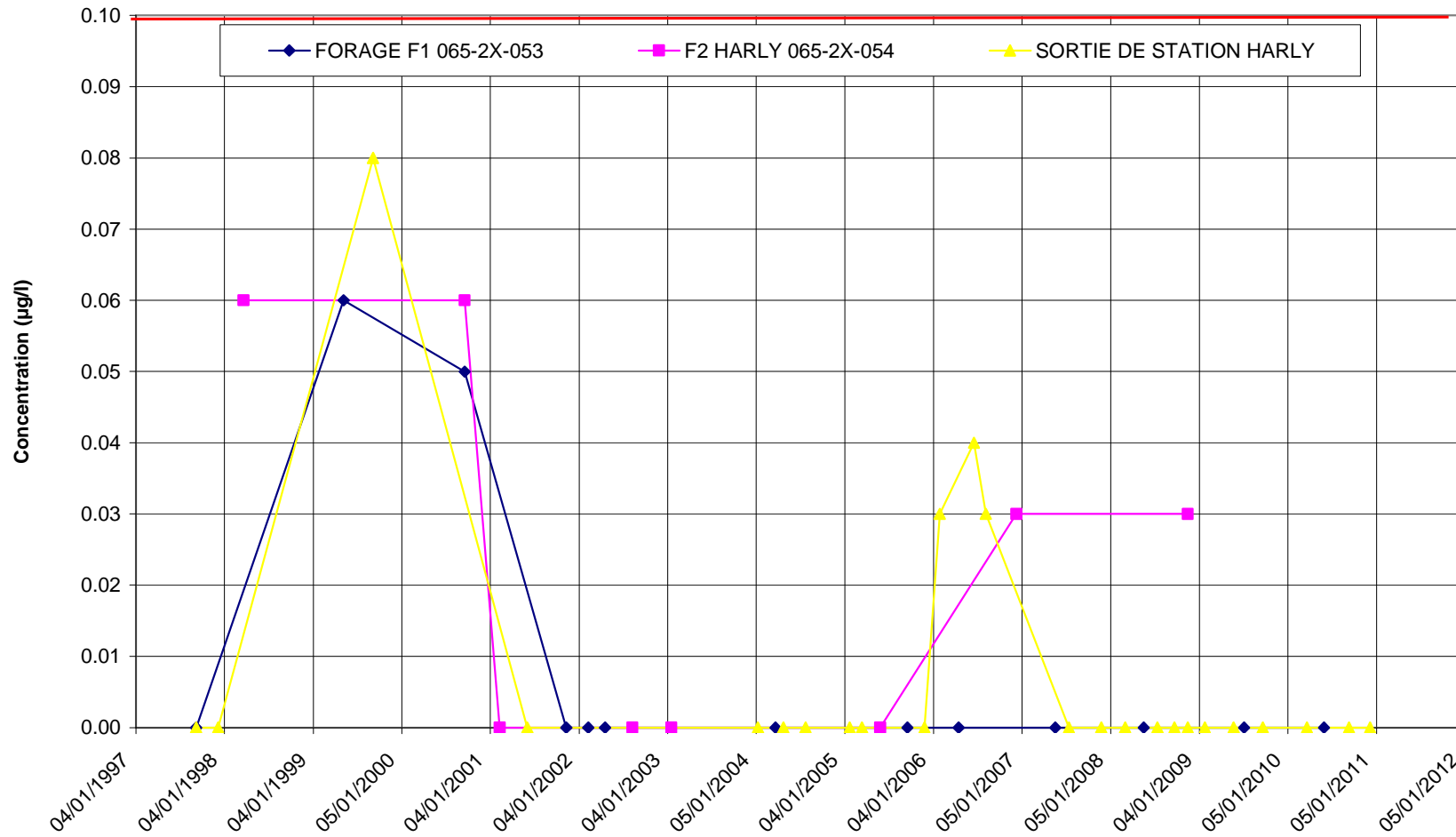


Figure 3-3 : Évolution de l'atrazine entre 1995 et 2010 (données ARS)

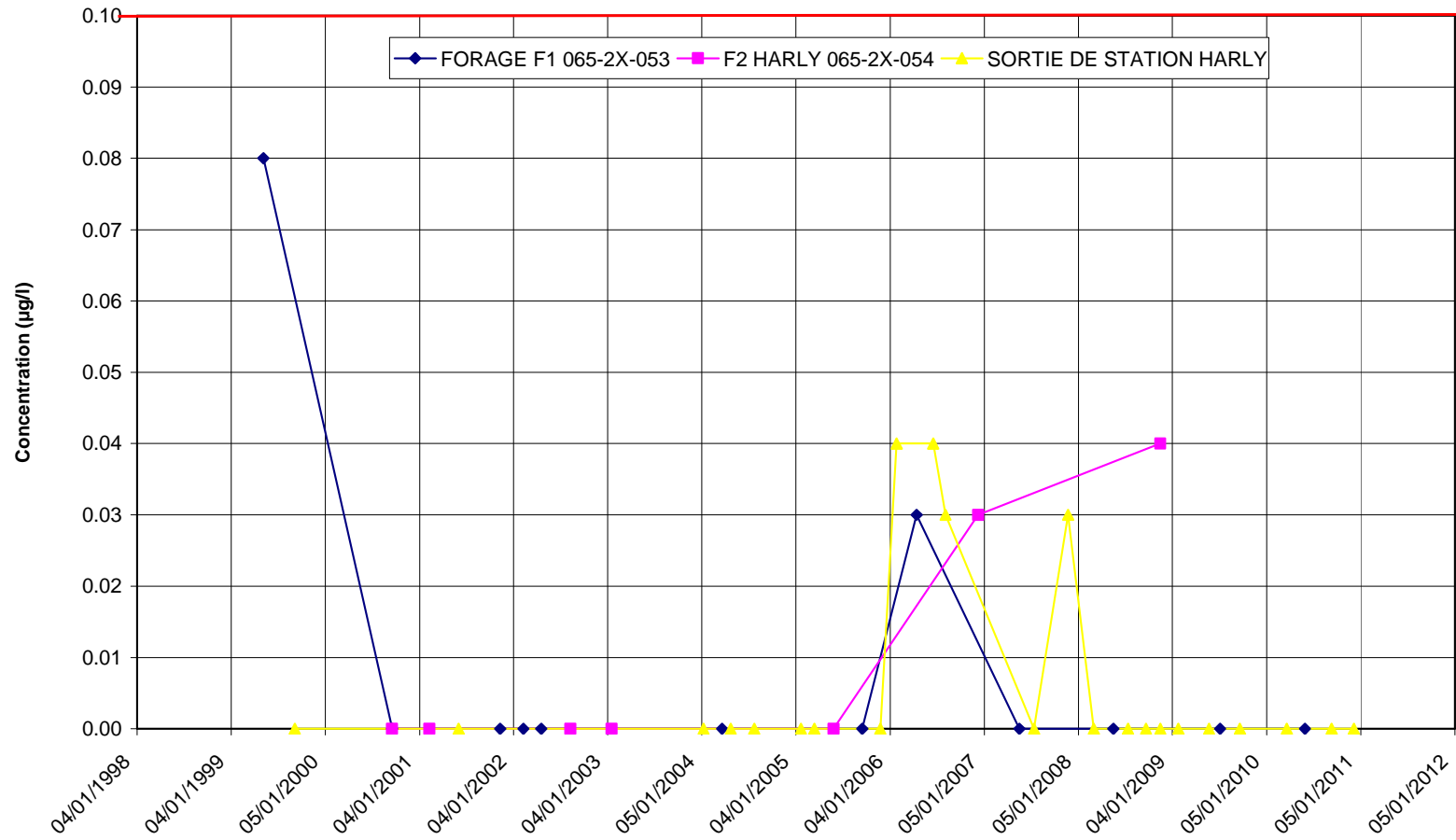


Figure 3-4 : Évolution de la déséthyl atrazine entre 1997 et 2010 (données ARS)

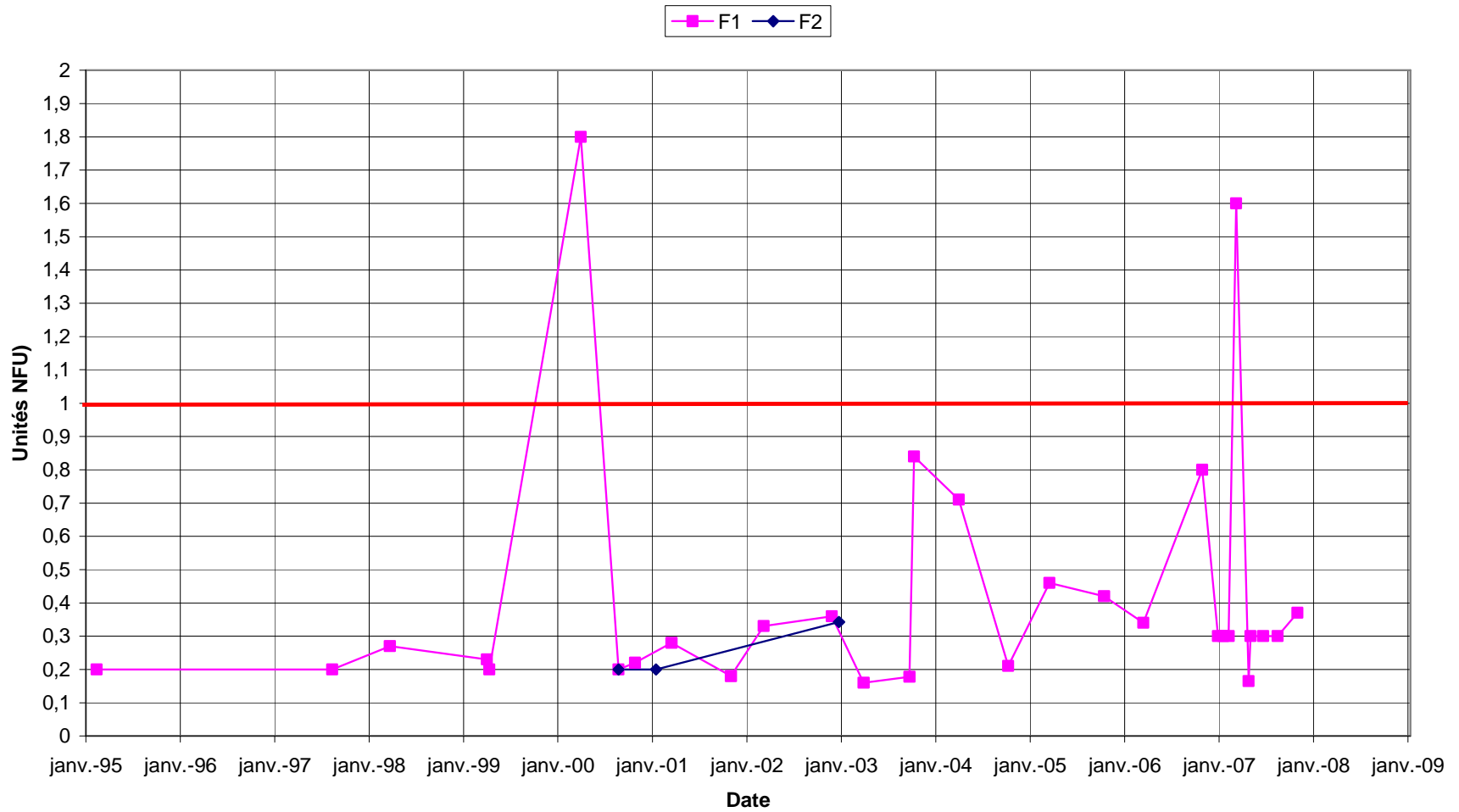


Figure 3-5 : Évolution de la turbidité entre 1995 et 2010 (données ARS)

4

Contexte géologique et hydrogéologique

4.1 L'aquifère de la Craie

Dans le secteur d'étude, les terrains sont constitués d'une épaisse série Crétacé de Craie à Silex, du Turonien au Sénonien, reposant sur les marnes bleues du Turonien moyen. Voir l'extrait des cartes géologiques de Peronne, de Bohain en Vermandois, d'Ham et de Saint Quentin en **Figure 4-2** et la coupe extrait du rapport de Ginger en **Figure 4-3**.

Ce compartiment géologique représente un aquifère de taille importante couvrant une grande partie du Nord de la France et du bassin parisien.

Dans les vallées, l'épaisseur de craie est parfois réduite (quelques dizaines de mètres) mais peut atteindre des épaisseurs beaucoup plus importantes sur les plateaux (Cf : le log géologique en **Figure 4-1**).

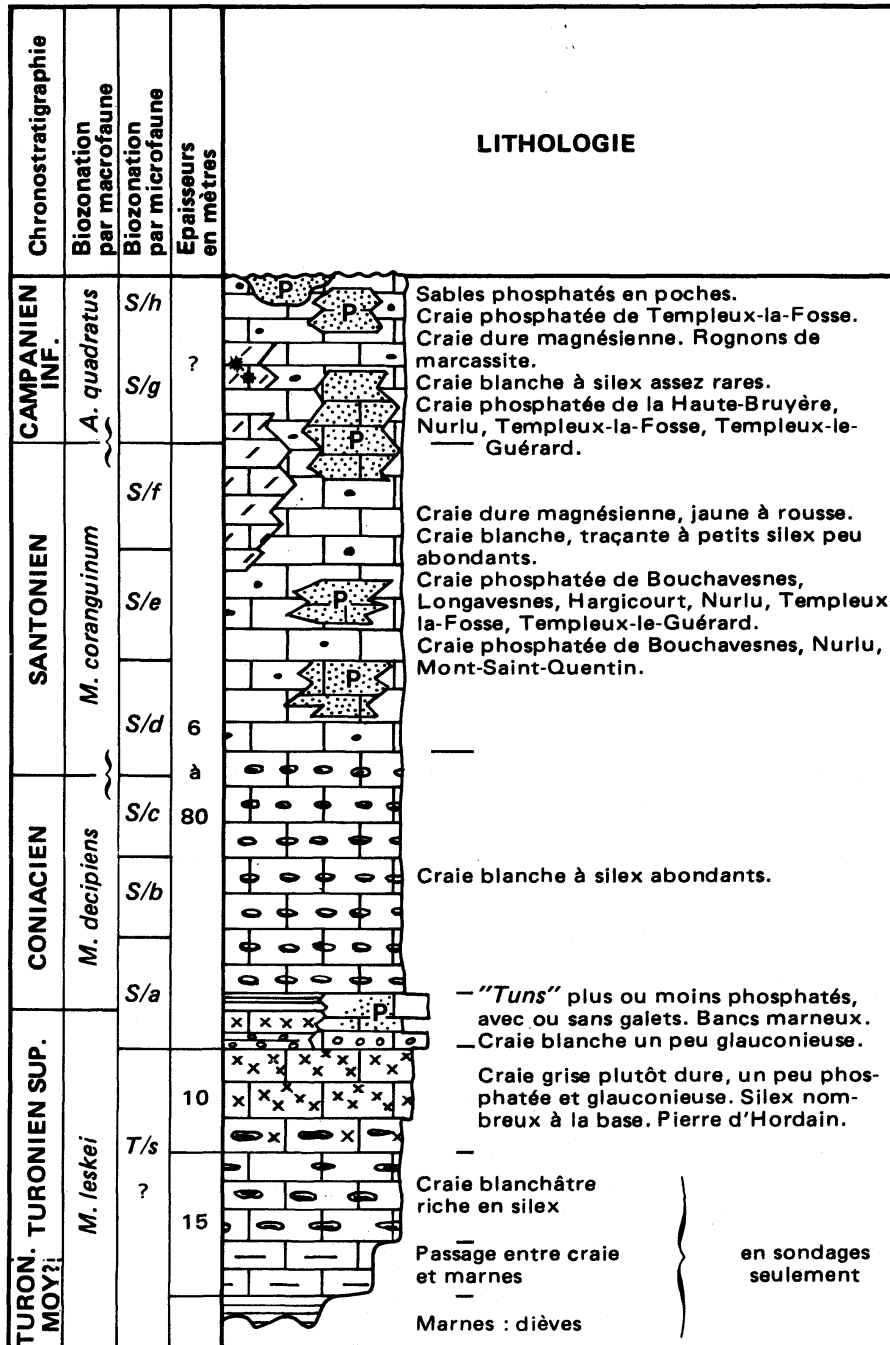
Du point de vue de la vulnérabilité, la forte porosité de la craie affleurante, associée à sa bonne perméabilité favorisent l'infiltration aux dépens du ruissellement. Il en résulte donc une faible densité du réseau hydrographique de surface et une forte sensibilité de la nappe aux pollutions diffuses tels les nitrates et les pesticides.

La nappe de la Craie est généralement libre et sa surface piézométrique est influencée par la topographie. Au niveau des plateaux de la zone d'étude, les écoulements se font vers les vallées humides qui constituent le niveau de base. Le niveau piézométrique peut atteindre 50 ou 60 m de profondeur au droit des plateaux à l'Est de Saint Quentin. Dans les vallées, la nappe, légèrement captive sous les alluvions récentes, est en équilibre avec les cours d'eau à environ 1 m de profondeur.

D'un point de vue hydrogéologique, on sait que la double porosité de la craie favorise l'écoulement de l'eau par les fractures. De manière empirique, on sait que les vallées (sèches ou avec rivières) sont des axes de fracturation préférentiels et de transmissivité importante de l'aquifère de la Craie.

Ces notions sont donc à retenir pour la définition de l'Aire d'alimentation.

CRÉTACÉ SUPÉRIEUR
Tableau synthétique
des résultats stratigraphiques



C. MONCIARDINI, 1978

Figure 4-1 : Extrait de la notice de la carte géologique de Peronne

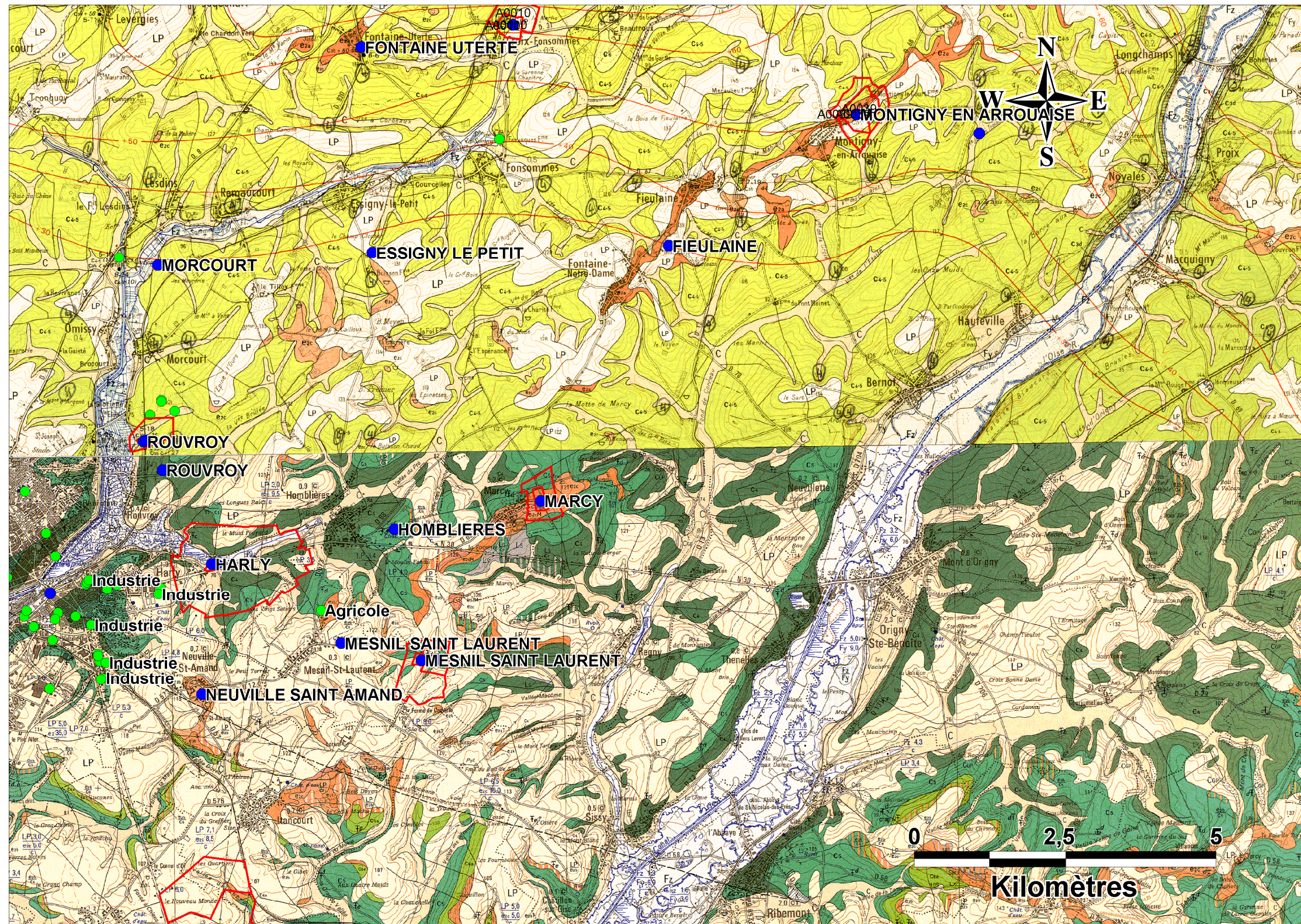


Figure 4-2 : Extrait des cartes géologiques au 1 / 50 000 ° de Peronne, de Bohain en Vermandois, de Ham et de Saint Quentin

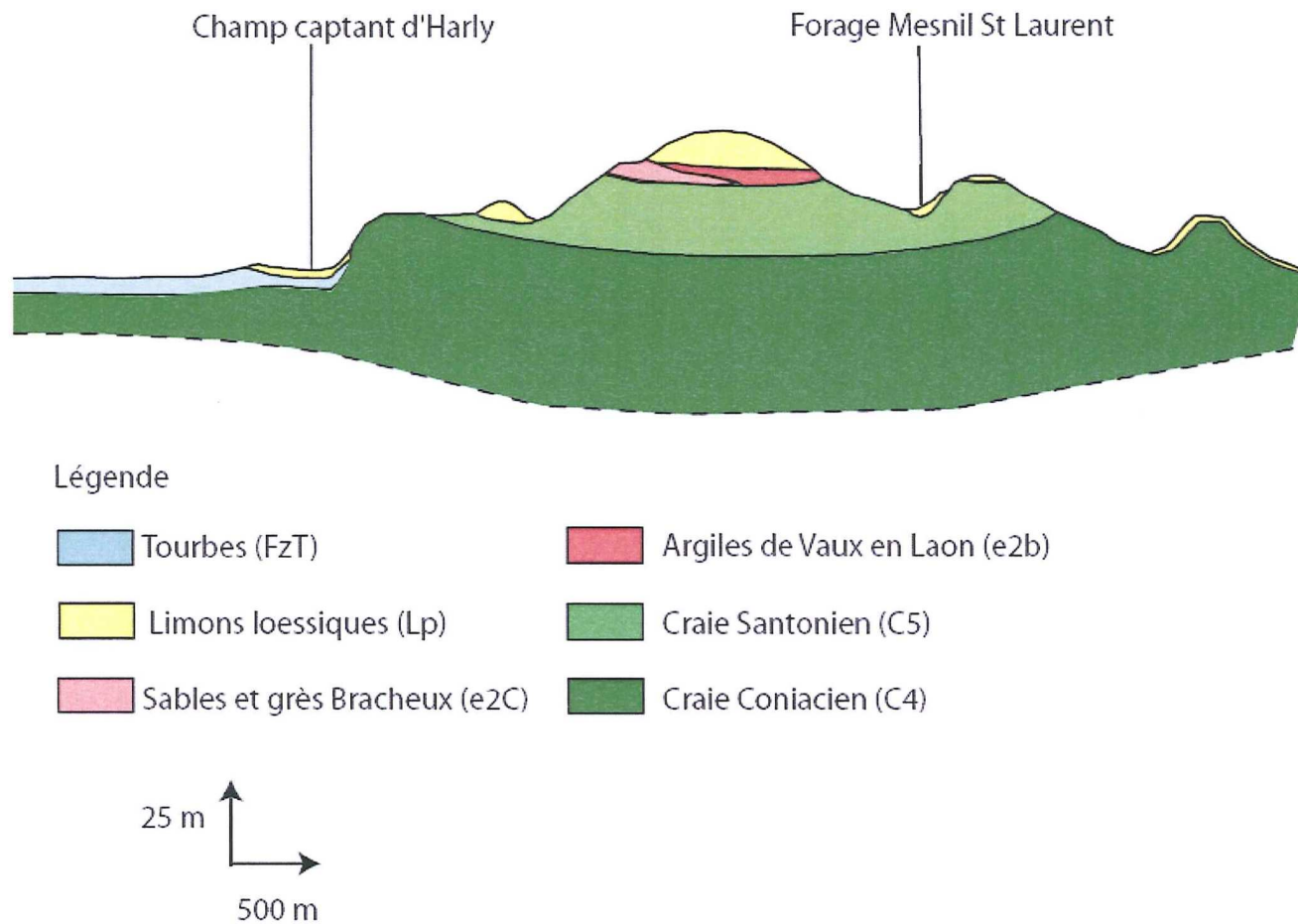


Figure 4-3 : Coupe géologique dans le secteur d'étude (extrait du rapport de Ginger)

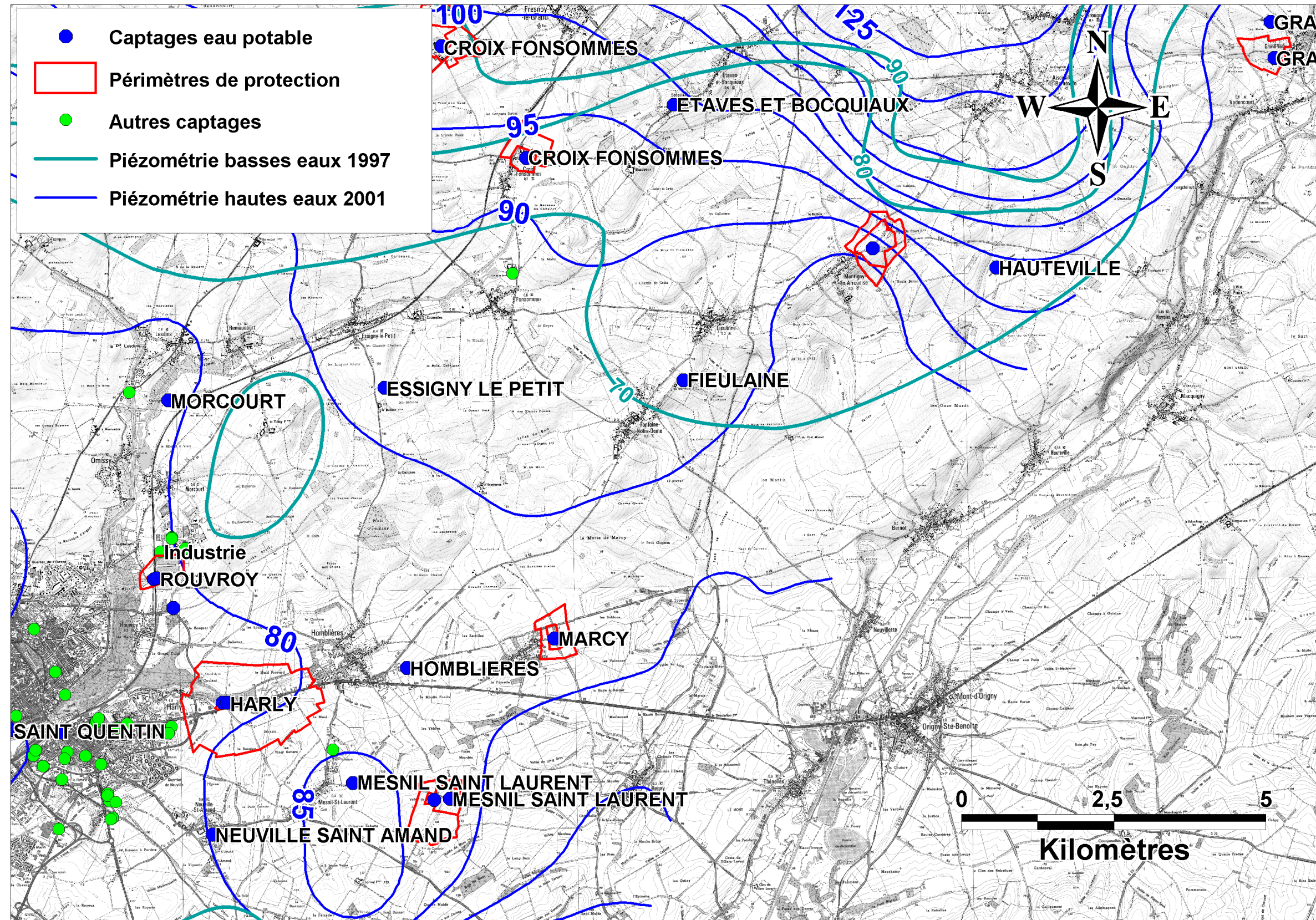
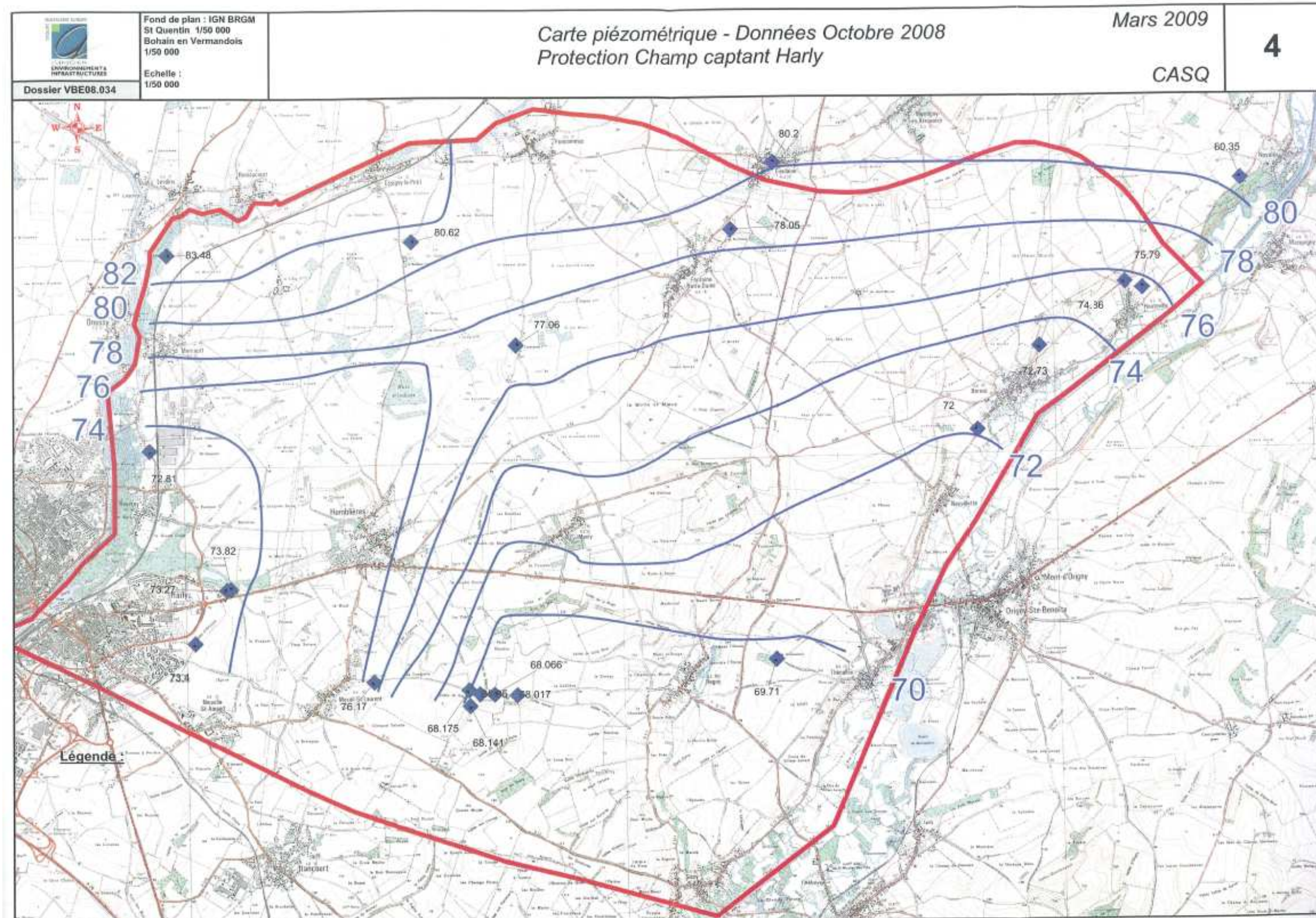


Figure 4-4 : Piézométrie du secteur d'étude (Données BRGM)



v

Figure 4-5 : Carte piézométrique réalisée par Ginger en octobre 2008

4.2 L'aquifère des sables thanétiens

Localement, on peut noter la présence de la nappe des Sables dit « de Bracheux » en résidus sur buttes. Cette nappe de faible importance s'individualise au dessus de celle de la craie lorsque, d'autant plus localement, les Argiles de Vaux sous Laon séparent les deux nappes.

De manière générale, nous ne ferons pas de distinction dans le cadre de cette étude et considérerons l'aquifère général de la Craie.

4.3 Formations superficielles

Au quaternaire, plusieurs types de formations superficielles se sont mises en place dans le secteur d'étude.

Sur le plateau, des limons d'origine éolienne se sont mis en place. Ils sont généralement d'une composition plutôt argileuse enrobant parfois des proportions plus ou moins importantes de granules de Craie.

Au fond des vallées, les alluvions des rivières Somme et affluents se sont déposés en terrasses successives pendant le quaternaire. D'une manière synthétique, on peut observer du plus vieux au plus récent :

- ✓ Des alluvions « anciennes » plutôt grossières avec des éléments allochtones de type silex grés ou craie ;
- ✓ Des alluvions plus « récentes » constituées de limons fluviatiles plus ou moins tourbeux.

Des formations de placages types galets, des formations résiduelles plus argileuses et des formations soliflués ou colluvionnées sont également présentes localement dans le secteur d'étude. La composition de ces formations et leur impact sur la vulnérabilité de la nappe pourront notamment être mises en évidence lors de l'étude pédologique.

4.4 Données locales

4.4.1 Coupe lithologique au droit du site

Les captages d'Harly se situent en fond de plaine alluviale, en pied de coteau de la craie. Les coupes géologiques réalisées au droit du site lors de la réalisation des forages sont décrites ci-dessous.

Coupe géologique du forage F1:

- ✓ De 0 à 4,5 m de profondeur : Limon très sableux brun à ocre à éléments crayeux;
- ✓ De 4,5 m à 10,70 m de profondeur : Tourbe et argile sableuse avec petits silex roulés et granules de Craie ;
- ✓ De 10,70 m à 11,50 m de profondeur : graviers de Craie roulés ;
- ✓ De 11,50 à 50 m de profondeur : Craie blanche à jaune avec silex ;

Coupe géologique du forage F2:

- ✓ De 0 à 2,50 m de profondeur : Terre végétale et argile jaune ;
- ✓ De 2,50 m à 4,50 m de profondeur : Argile verte ;
- ✓ De 4,50 m à 6 m de profondeur : Tourbe en formation ;
- ✓ De 6 à 7,20 m de profondeur : Argile grise sableuse ;
- ✓ De 7,20 m à 10,90 m de profondeur : Tourbe ;
- ✓ De 10,90 m à 15,40 m de profondeur : Craie friable et rognons de silex ;
- ✓ De 15,40 m à 38,50 m de profondeur : Craie dure jaunâtre ;
- ✓ De 38,50 m à 47,00 m de profondeur : Craie grise à nombreux silex
- ✓ De 47,00 m à 50 m de profondeur : Craie blanche à silex;

La nappe de la craie a un niveau voisin de 2 mètres de profondeur selon les saisons. Elle est donc captive dans la vallée, et une protection argileuse surmonte le complexe nappe alluviale et craie.

On a vu dans la chapitre qualité des eaux, au vu de la présence de nitrates, et de l'absence de fer et manganèse, que la captivité n'est que locale. L'alimentation principale par le coteau est en nappe libre, ce caractère libre demeurant au captage.

4.4.2 Piézométrie et paramètres hydrodynamiques

Plusieurs études ont été réalisées au droit du site et à proximité qui nous permettent d'approcher la piézométrie du site et les paramètres hydrodynamiques.

L'étude hydrogéologique récente réalisée par Ginger a été demandée dans le cadre de la mise en place des périmètres de protection. Elle a permis une synthèse des études existantes. De plus, la modélisation a permis une appréciation des paramètres à entrer pour le calage.

Il est à noter que les paramètres retenus ont pu s'appuyer sur l'étude ANTEA « Pompage d'essai sur le captage d'eau potable de Mesnil Saint Laurent (n°65-2x-56), réalisation d'un forage d'infiltration et de quatre piézomètres de suivi – Résultats d'investigations – A/46593/C ».

La piézométrie dans le secteur de Saint Quentin est présentée en **Figure 4-4**. Nous présentons de plus en **Figure 4-5** la piézométrie locale réalisée par Ginger.

La piézométrie générale de la craie est orientée nord – Sud. Au niveau de la vallée du Pré, un axe de drainage par la vallée infléchit les niveaux vers St Quentin. De même, il existe un cône piézométrique entre les captages d'Harly au nord et ceux de Mesnil St Laurent au sud. Ce cône est lié au double phénomène de drainage de la vallée du Pré et des pompages d'Harly d'une part, et des pompages de Mesnil St Laurent d'autre part.

On possède avec l'étude Ginger et le modèle de nappe associé d'une connaissance assez approfondie du site d'Harly.

Les captages d'Harly ont donc, pour leur débit de pompage moyen un double bassin d'alimentation : vers le nord et l'est par la vallée sèche du Pré, au sud par le coteau de la craie.

Nous présentons ci-dessous en **Figure 4-6** les paramètres retenus pour les caractéristiques hydrodynamiques du modèle:

Système	Perméabilité horizontale (m.s ⁻¹)	Perméabilité verticale (m.s ⁻¹)	Porosité de drainage (-)	Emmagasinement spécifique (m ⁻¹)
Quaternaire / Alluvions tourbeuses	3 10 ⁻⁴ à 10 ⁻³ Secteur Harly : 3 10 ⁻⁴	3 10 ⁻⁵ à 10 ⁻⁴ Secteur Harly : 3 10 ⁻⁵	0.4	6.4 10 ⁻⁴
Quaternaire / Alluvions limono-argileuses	5.5 10 ⁻⁷ à 10 ⁻³	5.5 10 ⁻⁸ à 10 ⁻⁴	0.35 à 0.4	6.4 10 ⁻⁴
Quaternaire / Alluvions sablo-graveleuses (Oise)	10 ⁻³	10 ⁻⁴	0.25	8.2 10 ⁻⁶
Quaternaire / Limons de plateau & colluvions	5 10 ⁻⁵	5 10 ⁻⁶	0.2	6.4 10 ⁻⁴
Quaternaire / Sols d'altération de la craie	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	0.35	6.4 10 ⁻⁴
Tertiaire / Sables sur argiles du Thanétien	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸	0.3	6.4 10 ⁻⁴
Tertiaire / Affleurements argiles du Thanétien	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	0.35	6.4 10 ⁻⁴
Quaternaire et Tertiaire / Séquence limons de plateau-sables-argiles du Thanétien	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸	0.3	6.4 10 ⁻⁴
Quaternaire et Tertiaire / Limons de plateau sur argiles du Thanétien	5 10 ⁻⁵	10 ⁻⁸	0.2	6.4 10 ⁻⁴
Crétacé / Craie sous les plateaux et sous recouvrement tertiaire	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	0.02	8.7 10 ⁻⁷
Crétacé / Craie sous vallées sèches	10 ⁻⁴ à 10 ⁻² Secteur Mesnil : 6 10 ⁻³	10 ⁻⁵ à 10 ⁻³ Secteur Mesnil : 6 10 ⁻⁴	0.1	1.7 10 ⁻⁶
Crétacé / Craie sous vallées humides	5 10 ⁻⁴ à 10 ⁻² Secteur Harly : 5.7 10 ⁻³	5 10 ⁻⁵ à 10 ⁻³ Secteur Harly : 5.7 10 ⁻⁴	0.15	8.7 10 ⁻⁶
Crétacé / Craie profonde	2.5 10 ⁻⁶ à 2.5 10 ⁻⁵	2.5 10 ⁻⁷ à 2.5 10 ⁻⁶	0.05	1.7 10 ⁻⁶

Figure 4-6 : Paramètres retenus pour les caractéristiques hydrodynamiques du modèle (rapport Mémosol – Ginger)

Parmi les résultats mis en évidence par le calage du modèle de Mémosol, il nous semble intéressant de retenir :

- ✓ La forte dépendance de la piézométrie de la Craie à la pluie efficace ;
- ✓ L'influence limitée de la condition de charge imposée sur la Craie en limite Nord du modèle ;
- ✓ Le rôle (significatif voire) essentiel des structures de drainage préférentiel sous les vallées sèches, qui permet d'atteindre un calage satisfaisant sur les niveaux piézométriques observés, notamment Mesnil Saint Laurent. Ceci valide le schéma d'écoulement des zones de plateau, où la Craie est peu altérée, vers les axes de fissuration voire de karstification sous les vallées sèches puis vers le réseau majeur où l'aquifère devient particulièrement transmissif, sous les vallées de la Somme et de l'Oise ;
- ✓ Impact peu significatif des aquifères perchés.

5

Proposition de l'aire d'alimentation

5.1 Origine des eaux

Deux origines d'eau préférentielles sont identifiées sur le champ captant d'Harly:

- ✓ La craie dans la vallée des Prés à l'Est / Nord-Est ;
- ✓ Le dôme piézométrique de Mesnil St Laurent et les vallées au sud (Pitance, Homblières, Grand-mère et Ormoire).

5.1.1 Vallée du Pré à l'Est

Sur le champ captant d'Harly, l'analyse de la piézométrie générale et de celle réalisée lors de l'étude Ginger - Mémosol met en évidence une origine de l'eau naturelle par la vallée à l'Est / Nord-Est en provenance de l'Est d'Homblières.

Le cône de rabattement généré par les pompages s'étend vers le nord et intercepte les sous écoulements de la vallée

Cette vallée est sans doute un axe de fracturation de la craie à plus forte perméabilité qui draine la nappe, et alimente préférentiellement le champ captant. Le captage bénéficie donc directement de l'alimentation de cette vallée par l'intermédiaire de son cône d'alimentation.

Dans ces conditions, tous les écoulements de la vallée sont susceptibles d'alimenter de manière significative les captages d'Harly ; et tout le bassin de la vallée sera à inclure dans l'AAC des captages.

Nous présentons en **figure 5-1** les bassins topographiques de la vallée du Pré.

5.1.2 Coteau sud du champ captant

Sur le champ captant d'Harly, l'analyse de la piézométrie générale met également en évidence une origine de l'eau naturelle par le dôme piézométrique de Mesnil Saint Laurent au Sud.

Sur le bassin topographique et hydrogéologique tracé par les piézométries, on note la présence de plusieurs vallées sèches immédiatement au Sud du captage, citées précédemment. Ces vallées s'ouvrent directement sur le champ captant ou sa vallée.

Les piézométries tracées prennent peu en compte le rôle local de ces vallées sèches dans le drainage de la nappe de la craie, et cela par manque de points de mesures. Dans le détail, il est probable que la piézométrie soit drainée par ces vallées, avec débordement partiel en hautes eaux et lors d'épisodes pluvieux.

Nous présentons donc en **figure 5-1** les bassins topographiques de ces vallées.

Les vallées Sud débouchent dans la vallée en amont du captage sur une distance de 2 km environ au sud du captage, et alimentent donc le captage indirectement.

5.1.3 Apport de la modélisation

L'approche théorique de ce cône par la méthode de Wyssling est présentée ci-dessous :

Nous retenons un débit de 500 m³/h autorisé sur le champ captant, une perméabilité de 5,7.10⁻³ m.s⁻¹ (Ginger), une épaisseur de nappe de 50 m (estimée) et un gradient de 0,13% d'après la piézométrie au sud des captages.

$$\begin{aligned} \text{Largeur du cône d'appel} &= \text{Débit} / (\text{transmissivité} * \text{gradient hydraulique}) \\ &= 500 \text{ m}^3/\text{h} / (1026 \text{ m}^2/\text{h} * 0,0013) \end{aligned}$$

Largeur du cône d'appel = 375 m.

Le modèle de nappe réalisé sur le secteur est en ce sens d'un apport intéressant pour traiter ce type de cas complexe. La zone d'alimentation du champ captant mise en évidence par le modèle (**annexe 1**) et en particulier le cône d'appel en pompage, s'étend vers le nord sur quelques centaines de mètres, conformément à la largeur de cône d'appel calculée, de 375 m. Il intercepte ainsi la vallée sèche.

Nous rappelons l'un des éléments important du calage de ce modèle, à savoir le rôle significatif voire essentiel des structures de drainage préférentielles sous les vallées sèches, qui permet d'atteindre un calage satisfaisant sur les niveaux piézométriques observés, notamment Mesnil Saint Laurent. Ceci valide le schéma d'écoulement des zones de plateau, où la Craie est peu altérée, vers les axes de fracturation sous les vallées sèches puis vers le réseau majeur où l'aquifère devient particulièrement transmissif, sous les vallées de la Somme et de l'Oise à l'est.

D'un point de vue critique, on pourra signaler que les paramètres de transmissivité qui ont servi au calage du modèle ont été augmentés arbitrairement dans les vallées et que des données de terrain complémentaires auraient été nécessaires.

Cependant, même si l'approche peut être toujours améliorée, le résultat est cohérent et acceptable avec la vision naturaliste et empirique que l'on peut avoir du secteur.

De plus, le modèle permet d'élargir légèrement le bassin d'alimentation au Nord – est et ceci semble cohérent avec la piézométrie et le calcul de la surface de l'aire d'alimentation.

5.1.4 Bilan hydrologique simplifié

Un bilan hydrologique simplifié permet d'estimer la surface nécessaire à l'alimentation du captage, en supposant une alimentation intégralement par la craie du coteau, ce qui n'est pas le cas. En prenant les prélèvements moyens annuels de 2007 (les plus élevés) et deux périodes extrêmes de recharge de nappe :

✓ $S1 = \text{Volume annuel} / \text{pluie efficace} = 1\,483\,360 \text{ m}^3 \text{ (année 2007)} / 49 \text{ mm (2005)} = 30,2 \text{ km}^2$;

✓ $S2 = \text{Volume annuel} / \text{pluie efficace} = 1\,483\,360 \text{ m}^3 \text{ (année 2007)} / 354 \text{ mm (2001)} = 4,2 \text{ km}^2$;

Pour une utilisation maximale du champ captant au débit de $500 \text{ m}^3/\text{h}$ (24h/24) autorisé par la DUP, l'aire d'alimentation pourrait être **théoriquement plus importante**.

✓ $S1 = \text{Volume annuel} / \text{pluie efficace} = 4\,380\,000 \text{ m}^3 \text{ (théorique)} / 49 \text{ mm (2005)} = 89,4 \text{ km}^2$;

✓ $S2 = \text{Volume annuel} / \text{pluie efficace} = 4\,380\,000 \text{ m}^3 \text{ (théorique)} / 354 \text{ mm (2001)} = 12,3 \text{ km}^2$;

La surface nécessaire en basses eaux est évidemment la plus représentative. En basses eaux, la nappe n'est plus rechargée localement par les pluies, et les écoulements sont ceux du bassin général d'alimentation de la nappe.

Le bassin calculé de 30 km^2 signifie qu'en période de basses eaux, les captages sollicitent des écoulements qui correspondent à la totalité du bassin de la vallée des Prés (33 km^2).

5.2 Aire d'alimentation

De tous ces éléments, on retiendra :

✓ Une **aire d'alimentation principale** en provenance de l'Est / Nord-Est, qui englobe tout le bassin de la vallée du Pré, dans la mesure où le cône d'alimentation intercepte toute la vallée à son niveau. Ce bassin d'alimentation complet dans la craie remonte jusqu'à la crête topographique et hydrogéologique, 11 km au Nord-est, pratiquement jusqu'au bourg de Montigny en Arrouaise. Les bourgs de Fieulaine, Fontaine – Notre Dame et Homblières sont inclus dans le bassin.

✓ Une **aire d'alimentation secondaire** en provenance du coteau de la craie au sud du champ captant. Cette aire d'alimentation englobera le bassin topographique des vallées sèches, qui débouchent sur le champ captant ou dans la plaine à l'amont immédiat. Le bassin versant du vallon de Grand-mère et d'Ormoire seront pris en compte car ils débouchent directement sur le champ captant

- ✓ Pour la **limite aval de l'AAC**, on retiendra la limite du périmètre de protection rapprochée. Cette limite est sans doute au delà du cône d'appel des forages d'après le modèle de nappe, mais c'est une limite réglementaire existante et il faut la prendre en compte
- ✓ La limite aval englobe aussi au sud-ouest la vallée sèche d'Ormoire. Les écoulements et ruissellement qui descendent la vallée se retrouvent immédiatement sur les captages d'Harly.

Nous n'avons pas souhaité différencier de bassin d'alimentation pour les deux captages pour les raisons suivantes :

- ✓ Les données bibliographiques et les simulations réalisées dans le cadre du modèle n'apportent pas d'éléments assez fins pour apporter de distinction ;
- ✓ Les aires d'alimentation ne sont certainement pas très différentes mais la nuance se situe certainement plus sur les proportions d'eau. Les mesures agroenvironnementales qui seront appliquées à la suite de cette étude seront mise en place sur l'ensemble du bassin d'alimentation.

Nous pouvons cependant reprendre les éléments suivants du rapport de Ginger et présenter une carte de ligne de courants en **annexe 2** pour expliquer l'écart entre les teneurs en nitrates des deux forages :

- ✓ Le captage ouest (F1) où les prélèvements actuels sont les plus importants sollicite une ressource provenant de la Craie au droit du vaste réseau de vallées sèches et s'étend au-delà du bourg d'Homblières au Nord-Est. En second lieu, le réseau lié à la vallée de la Pitance au sud du village est également mis à contribution ;
- ✓ L'autre captage F1, moins utilisé, sollicite une zone plus restreinte qui correspond à l'axe situé sous la vallée sèche d'Homblières et qui rejoint la limite nord de Mesnil Saint Laurent.

Ces résultats indiqueraient donc que le secteur compris en Homblières et Mesnil Saint Laurent serait davantage contaminé par les nitrates et qu'en l'absence d'une dilution suffisante avec des eaux mieux préservées, ce phénomène se répercuterait sur la qualité de la ressource exploitée par le forage Est du champ captant d'Harly. Nous présentons l'aire d'alimentation provisoire proposée en **figure 5-2**.

Cette aire d'alimentation présente une surface de 33 km² inférieure à l'aire théorique nécessaire pour une utilisation maximale des captages à un débit de 500 m³/h.

Cependant, vis à vis :

- ✓ des autres paramètres pris en compte pour la détermination de l'aire d'alimentation développée précédemment (double origine de l'eau, prise en compte des vallées sèche) ;
- ✓ de l'existence d'autres captages AEP dans le secteur d'étude, notamment de Mesnil St Laurent ;
- ✓ des enjeux de l'étude vis des pollutions diffuses ;

il nous apparaît cohérent de retenir l'aire d'alimentation décrite ci-dessous.

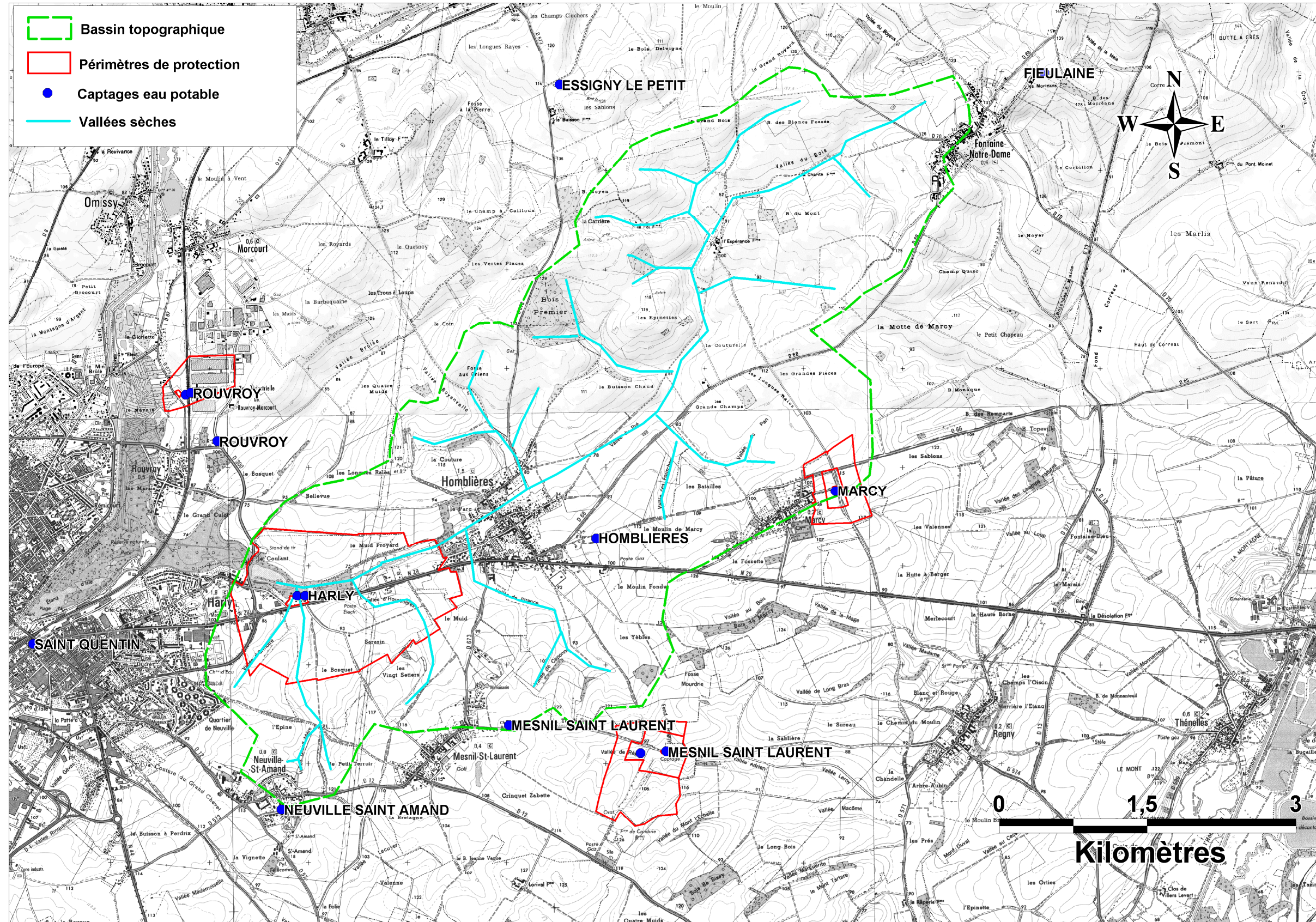
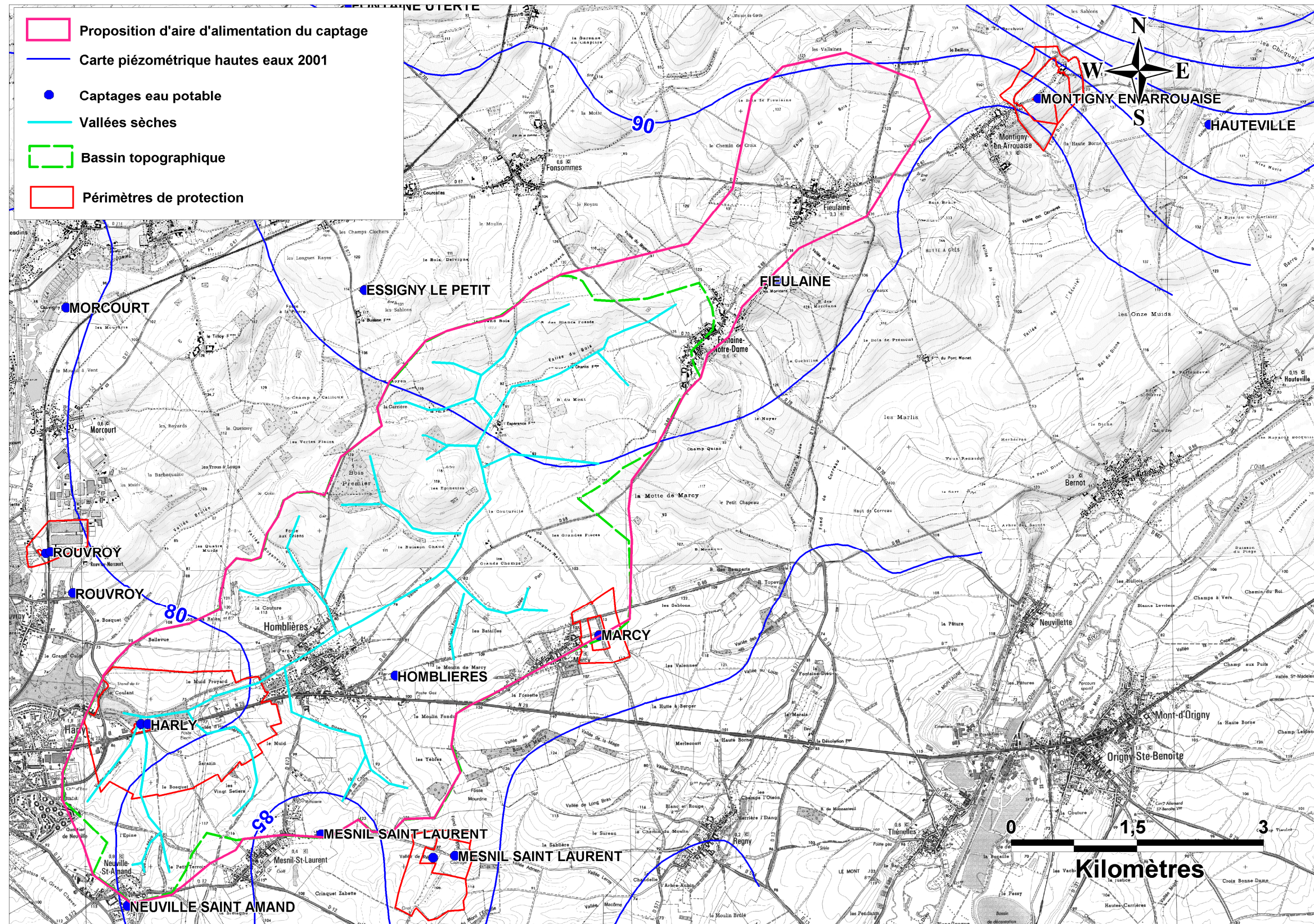


Figure 5-1 : Bassins versants topographiques / Champ captant d'Harly



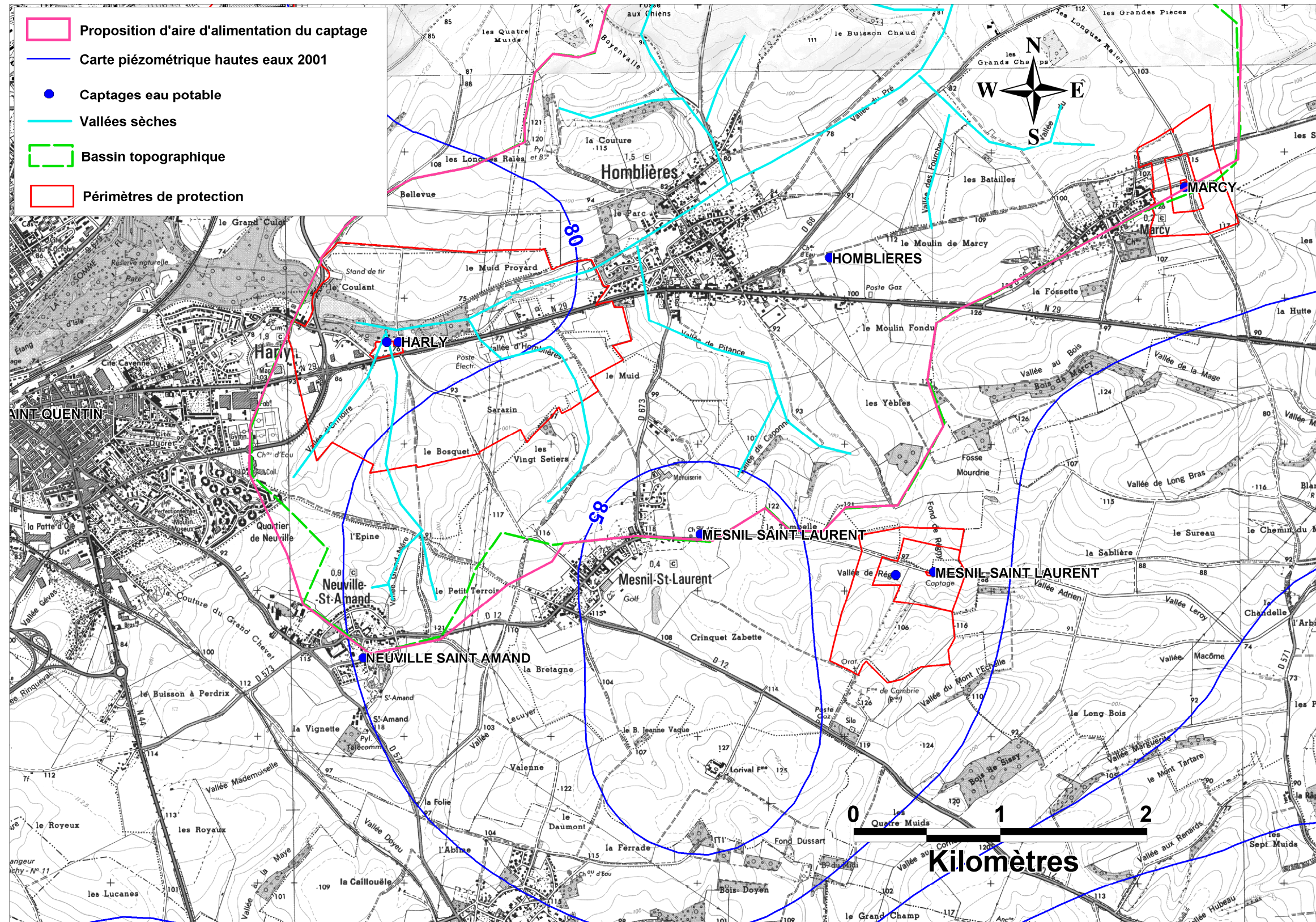


Figure 5-2 : Proposition d'aire d'alimentation du champ captant d'Harly

6

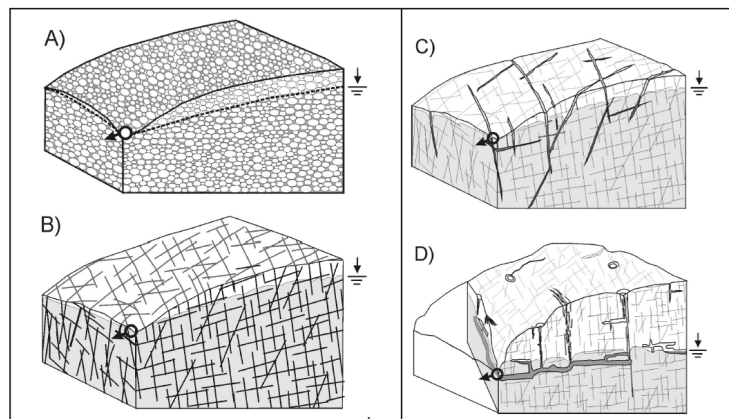
Étude de vulnérabilité du BAC

6.1 Cartographie de la vulnérabilité du BAC

6.1.1 Typologie d'aquifère

La typologie de la ressource est caractérisée par le BRGM de la façon suivante :

Figure 6-1 : Principaux types d'aquifères (Vernoux et al., Guide BRGM)



A : Aquifère poreux homogène ; B : Aquifère fissuré faiblement hétérogène ; C : Aquifère fissuré hétérogène ; D : Aquifère karstique.

L'aquifère de la craie du Séno-Turonien se comporte comme un aquifère que l'on peut qualifier à double porosité, une porosité faible d'interstice sur l'ensemble de l'épaisseur du réservoir géologique et une porosité plus forte de fractures sur la partie superficielle du réservoir. La hauteur précise de craie fracturée reste mal connue, mais elle peut être estimée entre une dizaine et une centaine de mètre de manière empirique. Il s'agit en tout cas de la principale zone à considérer dans le cadre de l'étude de vulnérabilité.

Par rapport aux cas théoriques présentés ci-dessus, le réservoir de la Craie peut être considéré comme **intermédiaire aux cas A et B**. On pourrait ainsi le décrire de la façon suivante : **aquifère poreux et fissuré à faible hétérogénéité**.

6.1.2 Description de la méthode utilisée

Le Tableau : Démarche méthodologique de l'étude BAC (BRGM -2007) présente les différentes méthodes classiquement utilisées dans le calcul de la vulnérabilité et appliquées aux différents types de réservoirs.

Les méthodes utilisées sont des méthodes à cotation numérique empirique qui repose sur trois hypothèses :

- ✓ les sources de contamination potentielles se trouvent à la surface du sol ;
- ✓ de la surface du sol, les contaminants potentiels atteignent l'aquifère par infiltration (infiltration efficace) ;
- ✓ la nature des contaminants potentiels n'est pas prise en compte dans le calcul de l'indice.

Comme expliqué précédemment, le réservoir de la Craie peut être qualifié d'aquifère poreux et fissuré à faible hétérogénéité.

Ainsi, nous proposons une méthode intermédiaire avec 5 paramètres retenus pour des pondérations variant de 15 à 25% selon leur importance. On attribue à chaque paramètre une note selon les propriétés physiques du milieu. Les paramètres hydrogéologiques retenus sont les suivants :

Tableau 6-1 : Paramètres de la méthode utilisée

Sigle	Paramètre	Propriétés	Poids
S	Sol : sensibilité au lessivage	Plus le sol est riche en argile et matière organique, plus l'absorption des métaux et des cations est importante, et plus la vulnérabilité est faible.	25%
R	Ruissellement et infiltration	Plus la pente des terrains est grande, plus le ruissellement des eaux est important et l'infiltration faible, augmentant ainsi la vulnérabilité. Ce paramètre dépend également du type de sol et de l'occupation du sol	25%
H ZNS	Profondeur de la nappe, ou épaisseur de zone non saturée	Plus cette profondeur est élevée, plus le contaminant met de temps pour atteindre la surface piézométrique, et plus il peut être adsorbé ou dégradé. L'épaisseur de zone non saturée retarde le polluant et diminue la vulnérabilité	15%
K ZNS	Perméabilité de la zone non saturée	Plus la zone non saturée contient de terrains argileux peu perméables, plus le temps de transfert et la capacité de rétention des polluants sera grande. Ce paramètre est complémentaire du précédent (épaisseur de ZNS)	15%
K	Perméabilité de l'aquifère	Caractérisée par la granulométrie des terrains saturés ou leur degré de fissuration. Elle intervient dans le piégeage du polluant qui peut s'échapper au pouvoir d'absorption du sol. Plus ce paramètre est grand, plus le transfert du polluant est rapide et la vulnérabilité élevée.	20%

Ainsi, l'indice de vulnérabilité correspond à la formule suivante :

$$\text{Indice de vulnérabilité} = 0,25 S + 0,25 R + 0,15 H_{zns} + 0,15 K_{zns} + 0,2 K$$

La vulnérabilité augmente avec l'indice qui représente une **mesure relative** de la vulnérabilité des eaux souterraines.

Ainsi, un site avec un **indice de vulnérabilité faible** n'est pas à l'abri d'une contamination, mais il est moins vulnérable à la contamination par rapport à un site ayant un indice élevé (Osborn et al., 1998).

Le **temps de parcours** de la pollution vers le captage sera par contre très élevé, pouvant être de plus de 50 ans dans certains cas, comme dans la nappe de la craie ou l'épaisseur de limons des plateaux et de la zone non saturée sont importants.

La cartographie de la **vulnérabilité** est réalisée sous MAPINFO, après discrétisation du BAC avec un maillage 100×100 m.

Phase 3 - Cartographie de la vulnérabilité						
5 classes par paramètre, de 0 à 4 (- vulnérable à + vulnérable)						
Continu			Discontinu			
Karstique			Fissuré			
Pondération linéaire (somme des poids=1)	Vulnérabilité = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 IDPR + 0,2 H + 0,15 K		Vulnérabilité = 0,3 R + 0,5 I + 0,1 P(S,E) + 0,1 K		Vulnérabilité = 0,5 D + 0,3 IDPR + 0,2 S	
<i>méthode existante</i>	<i>adapté de DRASTIC</i>		<i>adapté de RISK modifié</i>		<i>adapté de DISCO</i>	
Paramètres	Critère à évaluer	Éléments à prendre en compte	Critère à évaluer	Éléments à prendre en compte	Critère à évaluer	Éléments à prendre en compte
nature du sol et formations superficielles (couverture protectrice)	S (Sol)	épaisseur, texture, pierrosité	S (Sol)	épaisseur, texture, pierrosité	S (Sol)	épaisseur, texture, pierrosité
Pluie efficace	P (pluie efficace)	Pluie, ETP, RU* en mm/an spatialisée si possible				
Capacité d'infiltration du milieu (par rapport à sa capacité de ruissellement)	T (topographie)	IDPR** zones d'infiltration en fonction de la pente, échange nappe/rivière; pertes locales	I (infiltration)	zones d'infiltration en fonction de la pente, infiltration ponctuelle en fonction des pertes et bassin versant, drainage, et dolines, vallées sèches	R (ruissellement)	IDPR* bassins versants locaux alimentant par ruissellement les zones vulnérables
	ZNS (zone non saturée)					
épaisseur de la zone non saturée	H (hauteur piézométrique)	isopièzes, MNT				
perméabilité de l'aquifère (conditionne la vitesse de migration d'un polluant)	K (perméabilité)	mesures de perméabilité (essais de débit) ou à défaut nature de la roche aquifère	R (roche)	nature : du plus mameux vers le plus karstifié	D (discontinuités)	rapidité de la liaison entre les discontinuités et le captage (perméabilité de fissures)
Degré de karstification			K (karstification)	d'unaire non fonctionnel à binaire fonctionnel		
Epikarst			E (épikarst)	épikarst pour son rôle de retard à l'infiltration, pris en compte uniquement si indetifiable et sélection par défaut (le + vulnérable) en comparant avec S		

* ETP : Evapotranspiration Potentielle ; RU Réserve Utile

** IDPR (Indice de Développement et de Persistance des Réseaux) permet de calculer le rapport infiltration / ruissellement par une méthode indirecte prenant en compte la pente et la nature des terrains situés au dessus de la première nappe

Tableau : Démarche méthodologique de l'étude BAC (BRGM -2007)

6.1.3 Étude des paramètres (dans leur ordre de mise en œuvre naturelle)

6.1.3.1 Nature du sol (S) : sensibilité au lessivage

La pondération de ce paramètre dans le calcul de la vulnérabilité totale est de 25%.

Les sols ont une importance particulière pour la vulnérabilité. On retient surtout leur capacité d'adsorption et de rétention de l'eau. Cette capacité induit une forte dégradation des polluants organiques par l'activité bactérienne qui est maximale dans le sol. La réutilisation de l'azote est elle aussi conditionnée par cette capacité de rétention.

La carte des sols ci-dessous, établie par la Chambre d'Agriculture de l'Aisne entre les années 50 et 80, présente les principaux types de sols présents sur les coteaux de la commune d'Harly.

Nous présentons ci-dessous une carte du premier horizon rencontré. 15 types de sols sont observés sur le bassin d'alimentation d'Harly. Ces sols sont principalement originaires de la décalcification de la Craie sous-jacente. On observe donc des sols limoneux à argileux. Le faciès rencontré le plus important est de type Limon argileux.

Dans le calcul de la vulnérabilité, la nature des sols est approchée à travers la sensibilité au lessivage. La méthodologie utilisée s'appuie sur le modèle CORPEN, avec prise en compte du de la réserve utile maximale (Ru max) et de la pluie hivernale efficace.

D'après la méthode CORPEN, le calcul de la sensibilité au lessivage se fait sur la base du rapport suivant :

$$S = \text{Réserve Utile Maximale (RUM)} / \text{Pluie hivernale efficace}_{(\text{octobre-avril})}$$

La pluie efficace hivernale a été calculée sur la base des données météo (pluie et ETP) de la station de St Quentin en retenant une valeur de 158 mm (sur les 7 mois hivernaux). Les valeurs de pluie et d'ETP retenus sont les mêmes pour tout le bassin, et le sol est donc le seul élément discriminant

La réserve utile étant donnée par le type de sols, nous présentons ci-dessous les corrélations retenues. Pour un sol sablo-limoneux, le réservoir utilisable (Ru Max) est de 1 mm par cm de sol, soit pour un sol de 90 cm de profondeur une Ru Max de 90 mm.

Dans ce cas, le paramètre S de sensibilité au lessivage sera de $90 \text{ mm} / 158 \text{ mm} = 0,56$. La vulnérabilité au lessivage sera moyenne.

Tableau 6-2 : Corrélation entre le type de sol et la Ru max

Classe de texture	Réservoir utilisable maximal textural (mm eau/cm de sol)
S	0.70
SL	1.00
SA	1.35
LIS	1.20
LS	1.45
LmS	1.60
LSA	1.65
LAS	1.75
LI	1.30
Lm	1.75
LA	1.95
AS	1.70
A	1.75
AL	1.80

* Lc (Limons Crayeux = 1.45) / t (tourbe = 2.08) / 888 (Zones remaniées = 0.7)

Le facteur S est affecté de notes de vulnérabilité présentées ci-dessous. Cette méthodologie conduisant à la définition de 3 classes, que nous avons sous-divisées en 5 classes.

De plus, suivant la méthode définie par Géonord, nous avons appliqué les notes suivantes : 1 en zone boisée : faiblement vulnérable ; 2 moyennement vulnérables pour les zones urbanisées car il s'agit d'urbanisation diffuse avec peu de zones imperméabilisées et des sols en majorité remaniés.

Tableau 6-3 : Notes appliquées au facteur S

Sensibilité au lessivage (S)	Note
$S > 2$	0 – Très faiblement vulnérable
$1 < S < 2$	1 – Faiblement vulnérable
$0,5 < S < 1$	2 – Moyennement vulnérable
$0,25 < S < 0,5$	3 – Très fortement vulnérable
$S < 0,25$	4 – Très fortement vulnérable

Nous présentons ci-dessous la Figure 6-2 : Carte pédologique du premier horizon rencontré et la Figure 6-3 : Carte de vulnérabilité au lessivage des sols.

On observe par exemple que les zones présentées comme très vulnérables au lessivage en rouge sur la carte sont des zones où le premier horizon est principalement composé de limons crayeux, alors que le reste de l'AAC moins vulnérable au risque d'infiltration est plutôt en limons argileux. Il apparaît intéressant de retenir que :

- ✓ La vulnérabilité de l'AAC s'échelonne de faiblement vulnérable à très fortement vulnérable ;
- ✓ Les zones présentées comme fortement vulnérables au lessivage en orange sur la carte sont des zones où le premier horizon de sol est principalement composé de limons plutôt sableux ou crayeux sur une faible épaisseur ;
- ✓ Les zones urbanisées, considérées comme remaniées sont moyennement vulnérables ;
- ✓ le reste de l'AAC est dans l'ensemble moins vulnérable au risque d'infiltration car plutôt composé de limons ou de sols plus profonds.

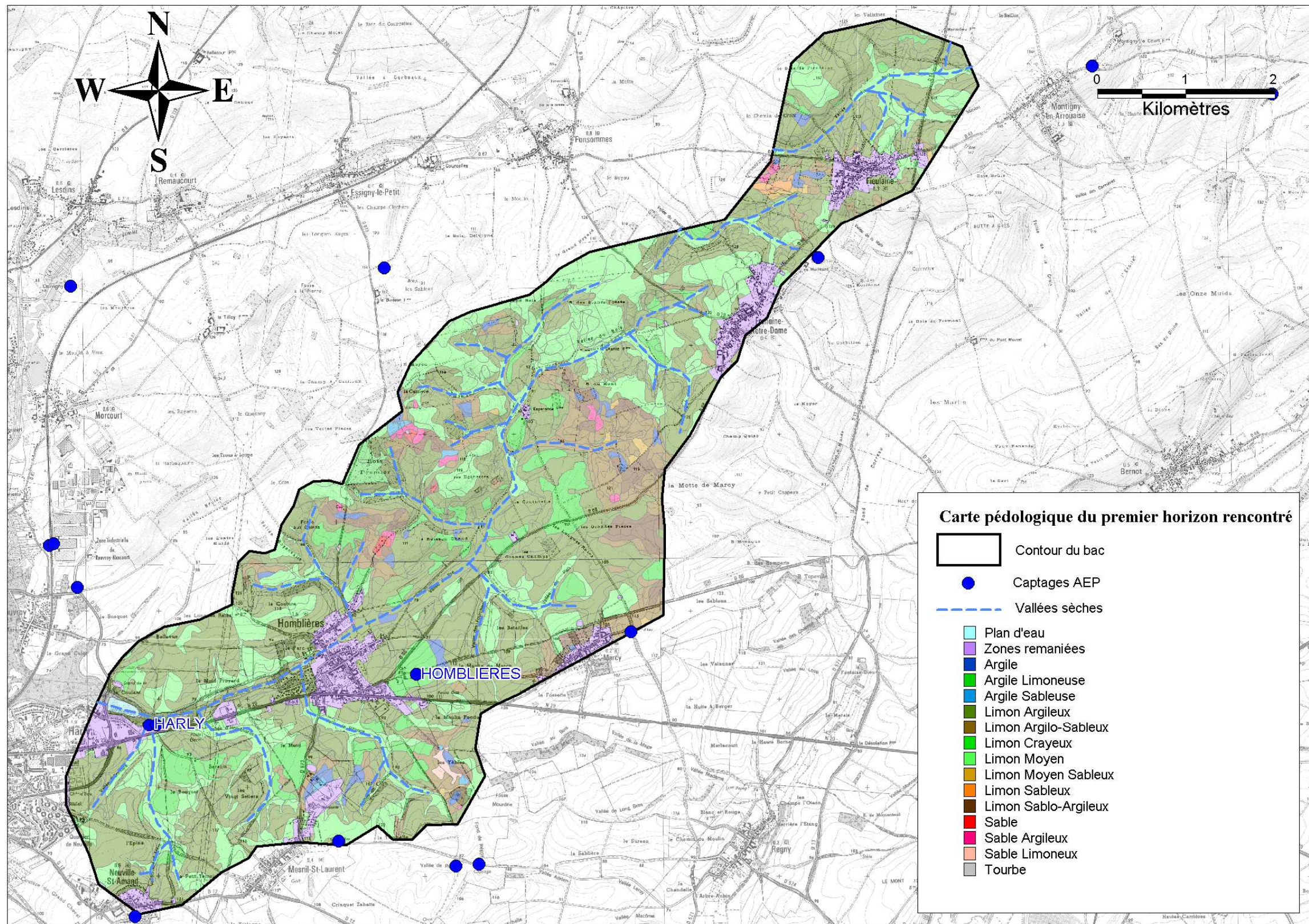


Figure 6-2 : Carte pédologique du premier horizon rencontré

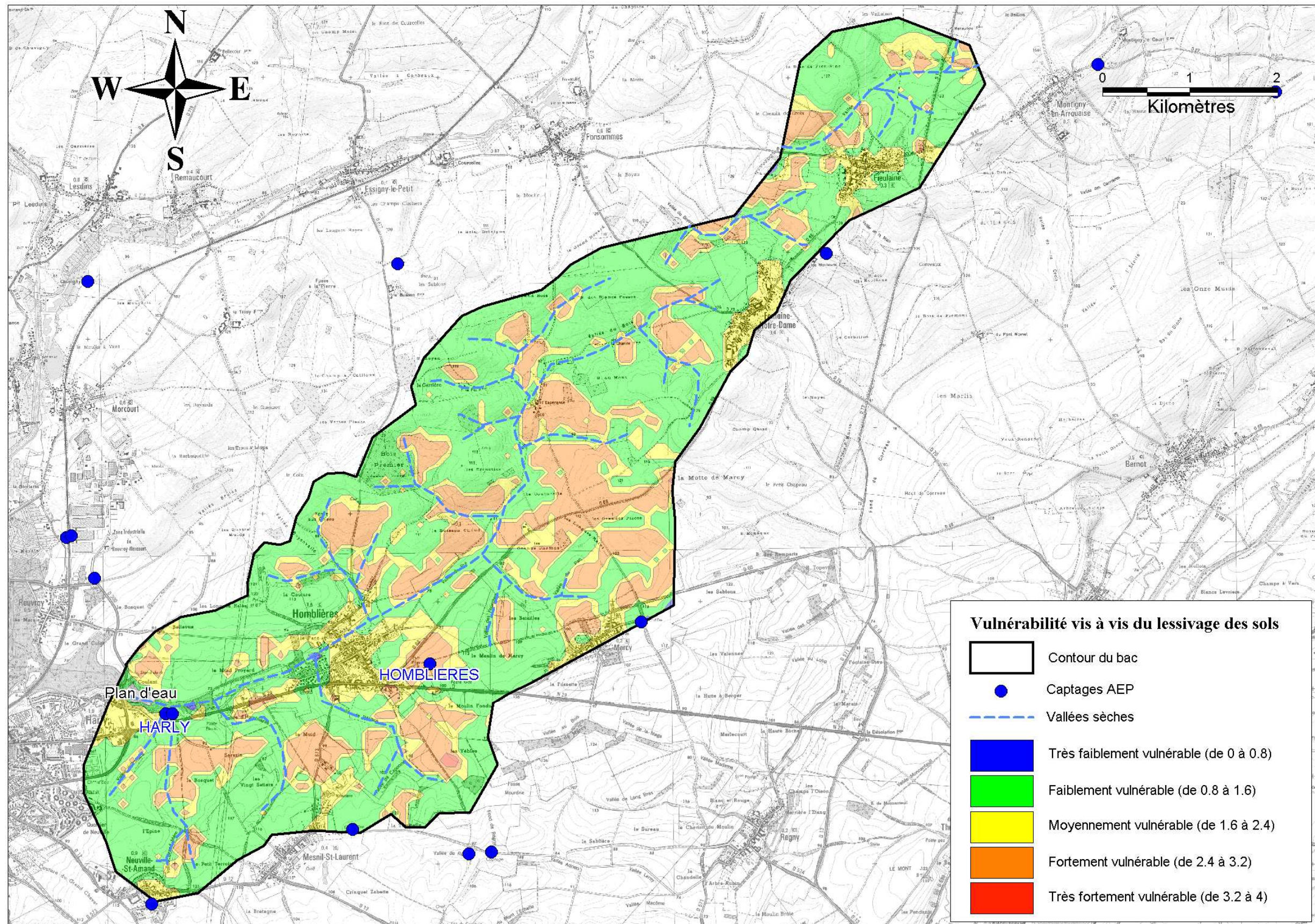


Figure 6-3 : Carte de vulnérabilité au lessivage des sols

6.1.3.2 Infiltration (I) – Sensibilité au ruissellement (R)

Le **paramètre ruissellement** a été apprécié sur la base des méthodes préconisées par le BRGM c'est à dire la topographie (pente), l'occupation et la nature des sols.

D'après le « guide méthodologique de délimitation des bassins d'alimentation et cartographie de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses » (BRGM/RP55874-FR septembre 2007) la méthode de Bussard (Méthodologie de dimensionnement des zones de protection des captages d'eau souterraine contre les polluants chimiques persistants, thèse de l'école polytechnique fédérale de LAUSANNE - 2005) est préconisée pour le calcul de l'infiltration. Le guide propose d'utiliser pour chaque maille de travail, l'équation du bilan hydrique suivant.

$$Ie_i = Pb_i - R_i - ETR \text{ (m/s)}$$

Ie_i = Infiltration efficace moyenne sur la cellule i (m/s);

Pb_i = Précipitations brutes annuelles ;

R_i = Ruissellement annuel moyen sur la cellule i (m/s) ;

ETR_i = Evapotranspiration annuelle moyenne réelle sur la cellule i (m/s)

A l'échelle du bassin versant d' Harly, les données météo ne permettent pas de différencier de zones pour l'appréciation des précipitations et de l'ETR. Le paramètre faisant varier l'infiltration est donc uniquement le ruissellement à l'échelle du bassin versant.

D'après la méthode de Bussard, le ruissellement est abordé par le calcul d'un **coefficient de ruissellement** sur la base de 3 paramètres :

- ✓ Le type de sols ;
- ✓ La pente ;
- ✓ L'occupation des sols

L'occupation des sols a été obtenue d'après des photos aériennes et la base de données Corine Land Cover - 2006.

Pour les pentes, nous avons acquis un modèle numérique de terrain de maille 100*100m.

Le sol et ses caractéristiques sont issus de la carte pédologique de l'Aisne déjà présentée.

Des notes de vulnérabilité ont été réparties proportionnellement aux coefficients de ruissellement définis par Bussard. (Voir tableaux 6.4 et 6.5ci-dessous)

Afin de caractériser la sensibilité des sols au ruissèlement, à l'érosion et à l'entraînement de particules, la vulnérabilité a été appréciée de la manière suivante : fort coefficient de ruissellement = faible infiltration = forte vulnérabilité au paramètre sensibilité au ruissèlement.

Tableau 6-4 : Coefficient de ruissellement en fonction de la nature du sol, de la pente et de l'utilisation du sol (A titre indicatif, les toitures et les routes avec un revêtement ont un coefficient de ruissellement d'environ 0,9)

Type de sol	Pente [%]	Coefficient de ruissellement C_r		
		Forêts	Prés et champs	Terrains nus
Fort taux d'infiltration Sols légers et léger-macro	1	0.01	0.02	0.13
	4	0.04	0.07	0.23
	10	0.07	0.13	0.34
	30	0.13	0.25	0.55
	50	0.17	0.33	0.69
Taux d'infiltration moyen Sols moyens	1	0.04	0.07	0.16
	4	0.12	0.16	0.28
	10	0.21	0.28	0.41
	30	0.39	0.48	0.66
	50	0.51	0.62	0.83
Faible taux d'infiltration Sols lourds	1	0.09	0.15	0.18
	4	0.19	0.25	0.32
	10	0.31	0.37	0.48
	30	0.51	0.60	0.70
	50	0.65	0.76	0.90

Tableau 6-5 : Notes appliquées à la vulnérabilité à l'infiltration

Coefficient de ruissellement (C_r)	Note
$C_r < 0,12$	0 – Très faiblement vulnérable
$0,12 < C_r < 0,16$	1 – Faiblement vulnérable
$0,16 < C_r < 0,28$	2 – Moyennement vulnérable
$0,28 < C_r < 0,9$	3 – Très fortement vulnérable
$0,9 < C_r$	4 – Très fortement vulnérable

De plus, selon la méthode homogène définie par Géonord, la vulnérabilité au ruissellement est définie comme suit : 1 en zone boisée ; 3 en zone urbanisée.

Sur la base de ces notes, nous présentons la Figure 6-4. On retiendra sur cette carte :

- ✓ La vulnérabilité de la zone d'étude s'échelonne de fortement vulnérable à faiblement vulnérable ;
- ✓ Les zones vertes faiblement vulnérables correspondent à des zones plutôt plates où il n'y a peu d'entraînement de particules ;
- ✓ Le fond de la vallée en face des captages d'Harly est également faiblement vulnérable en raison de faibles pentes principalement.
- ✓ Les zones oranges et jaunes sont plus vulnérables en raison de la pente ;

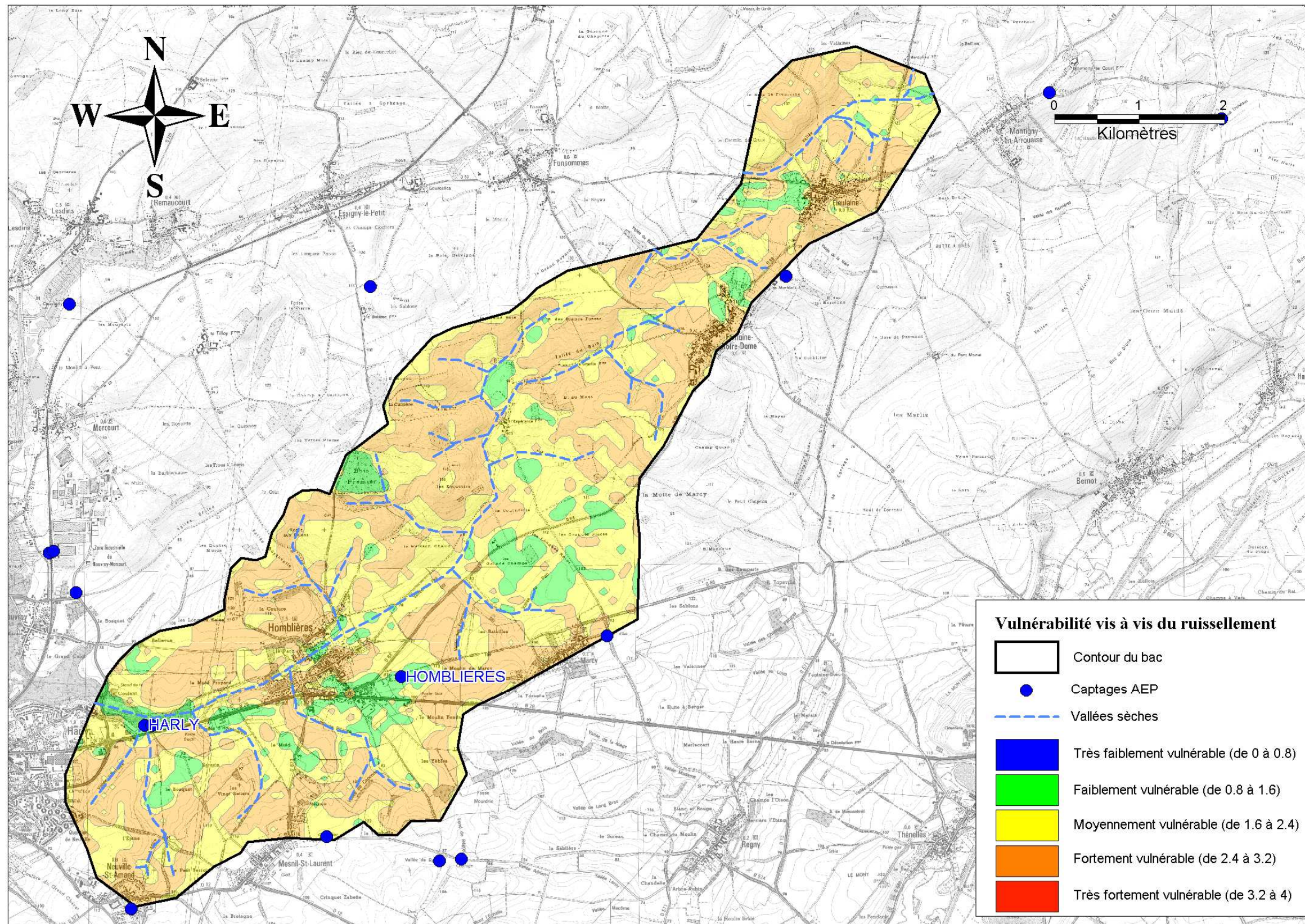


Figure 6-4 : carte de vulnérabilité au ruissellement

6.1.3.3 Profondeur de nappe (H ZNS)

La profondeur de nappe est un paramètre de vulnérabilité estimée par différence entre la piézométrie et le MNT (modèle numérique de terrain IGN). Plus la nappe est profonde, plus le transit du polluant vers la nappe sera long, et plus il aura de chances d'être dégradé (activité bactérienne ou simplement durée), ou fixé par adsorption, par des particules argileuses par exemple.

La carte piézométrique utilisée pour le calcul est la carte de moyennes eaux du BRGM recrée par rapport à leur base de données de mesures.

Les notes appliquées pour la vulnérabilité sont les suivantes :

Tableau 6-6 : Note de vulnérabilité pour l'épaisseur de zone non saturée

Épaisseur de la Zns (m)	Note
>50	0 – Très faiblement vulnérable
30-50	1 – Faiblement vulnérable
10-30	2 – Moyennement vulnérable
5-10	3 – Très fortement vulnérable
<5	4 – Très fortement vulnérable

Nous présentons la Figure 6-5 : Carte de vulnérabilité vis-à-vis de l'épaisseur de la zone non saturée. On retiendra sur cette carte :

- ✓ La vulnérabilité de la zone d'étude s'échelonne de très faiblement vulnérable sur les plateaux à très fortement vulnérable dans la vallée;
- ✓ l'épaisseur de zone non saturée est moins importante et donc la vulnérabilité est plus importante en allant des plateaux vers les vallées,
- ✓ La vallée aux Prés est très fortement vulnérable au niveau des captages d'Harly, car la nappe est proche de la surface.

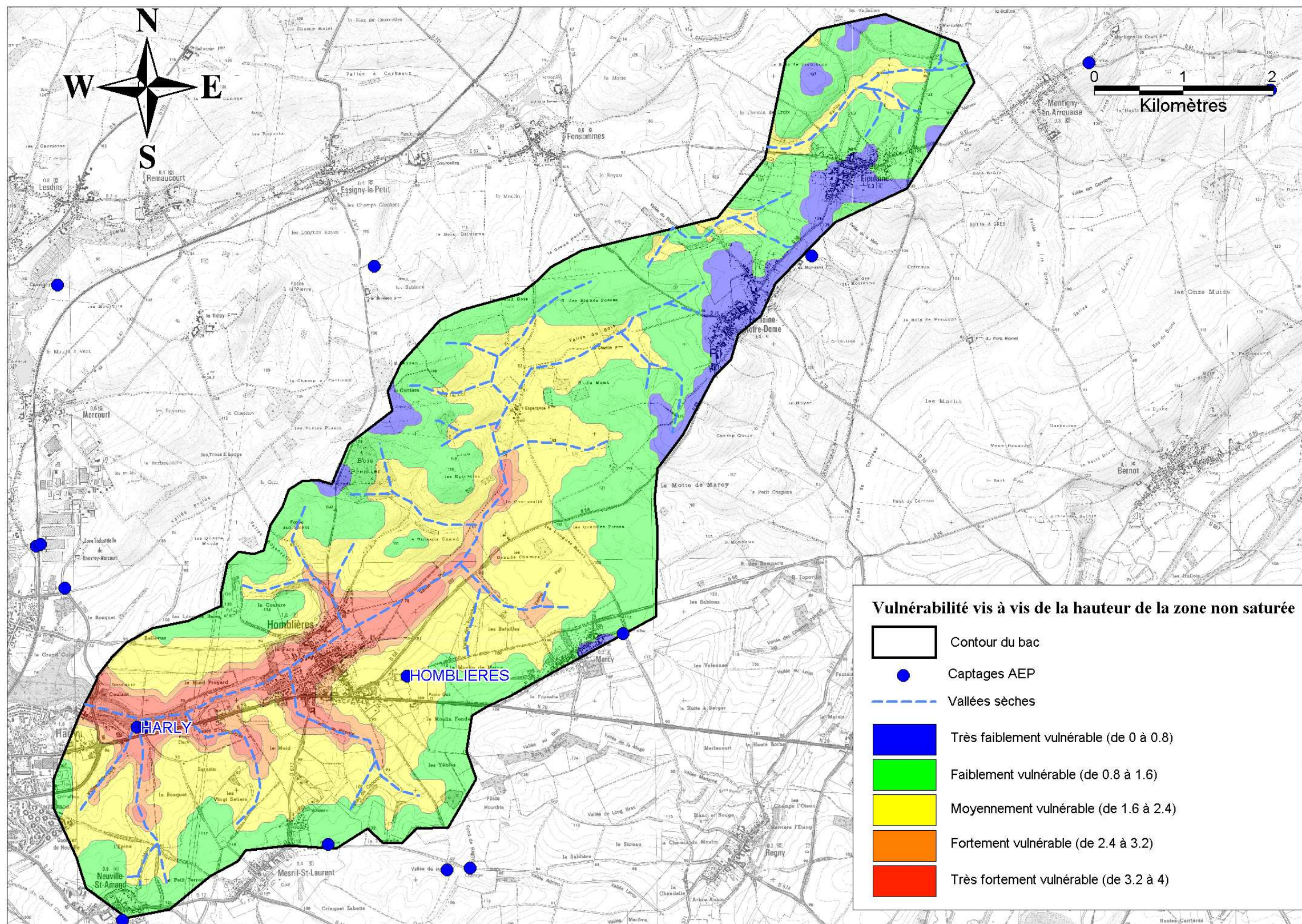


Figure 6-5 : Carte de vulnérabilité vis-à-vis de l'épaisseur de la zone non saturée

6.1.3.4 Perméabilité de la zone non saturée (K ZNS)

Il s'agit de la perméabilité de la zone non saturée. La présence de terrains argileux en zone non saturée diminue fortement la vulnérabilité. Étant donnée l'épaisseur de Craie, nous avons fait le choix de ne considérer que la perméabilité des formations superficielles (Argiles de Louvil, limons des plateaux, colluvions...).

En fonction de la géologie connue, nous avons ainsi carté les formations superficielles. A défaut de données plus précises pour la craie, nous avons considéré sa perméabilité verticale. Les notes de vulnérabilité pour ce paramètre sont les suivantes :

Tableau 6-7 : Note de vulnérabilité vis-à-vis de la perméabilité de la zone non saturée

Perméabilité K (m/s)	Note
$10^{-8} < K$	0 – Très faiblement vulnérable
$10^{-7} < K < 10^{-8}$	1 – Faiblement vulnérable
$10^{-6} < K < 10^{-7}$	2 – Moyennement vulnérable
$10^{-5} < K < 10^{-6}$	3 – Très fortement vulnérable
$K > 10^{-5}$	4 – Très fortement vulnérable

Nous présentons ci-dessous la Figure 6-6 : Carte de vulnérabilité vis-à-vis de la perméabilité de la zone non saturée. On retiendra sur cette carte :

- ✓ La vulnérabilité de la zone d'étude s'échelonne de faiblement vulnérable à très fortement vulnérable ;
- ✓ Les zones vertes faiblement vulnérables correspondent aux secteurs où la perméabilité est très faible. Ici sur la Figure 6-6 les faciès les moins perméables sont en réalité les argiles de Louvil ;
- ✓ Les zones rouges très fortement vulnérables correspondent à des zones où la craie est affleurante ;
- ✓ Les zones orange correspondent sur les hauteurs à des limons de plateaux et dans les vallées à des colluvions ;

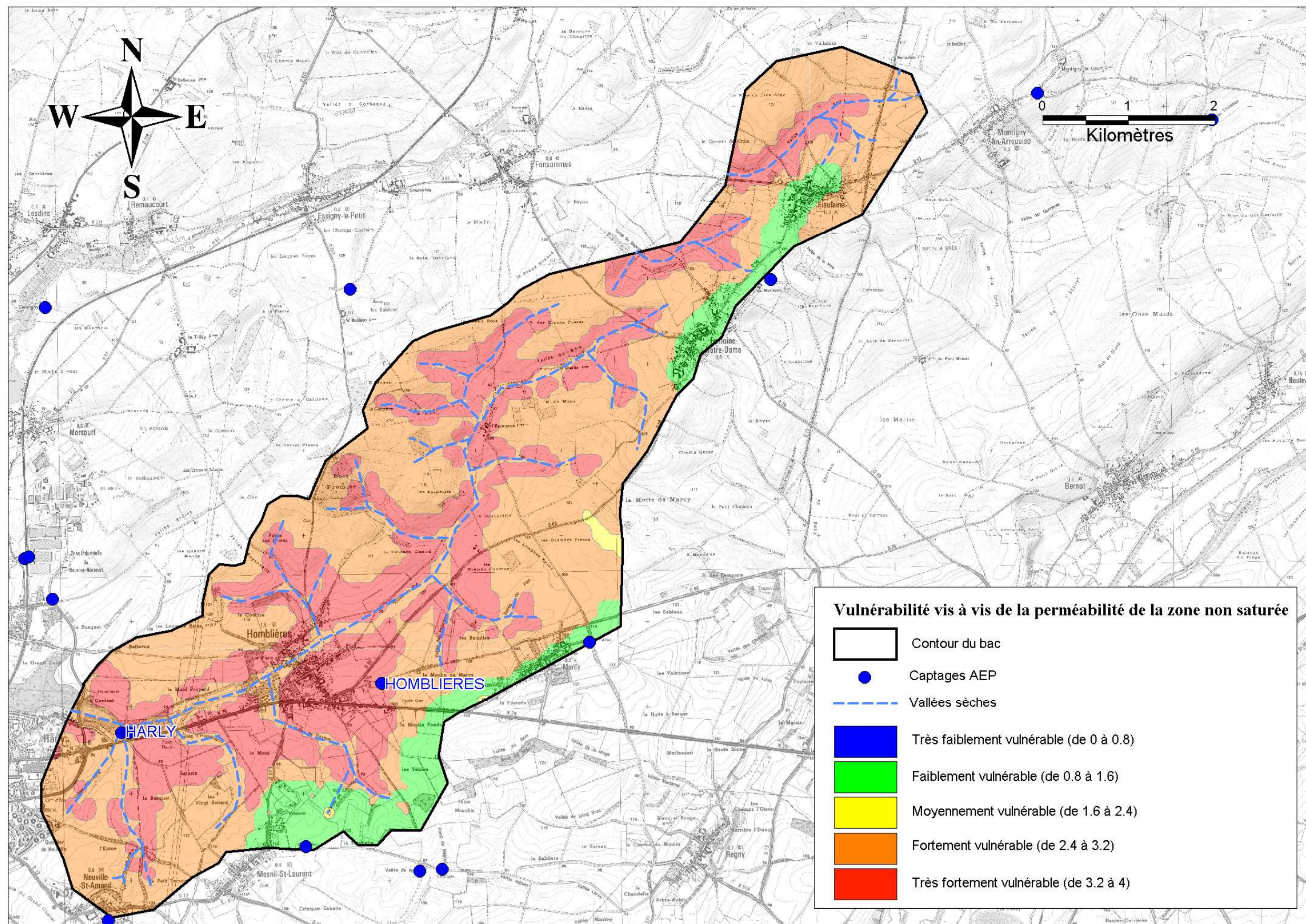


Figure 6-6 : Carte de vulnérabilité vis-à-vis de la perméabilité de la zone non saturée

6.1.3.5 Perméabilité de l'aquifère saturé (K Aqu. ou ZS)

La perméabilité comporte des notes de vulnérabilité définies par la méthodologie BRGM pour les aquifères continus. Afin de donner plus de poids aux axes de drainage dans le calcul final de la vulnérabilité, le poids est cependant légèrement augmenté par rapport aux préconisations BRGM. 20% seront appliqués au lieu de 15%.

Tableau 6-8 : Note de vulnérabilité vis-à-vis de la perméabilité de la zone saturée

Perméabilité K (m/s)	Note
$10^{-7} < K$	0 – Très faiblement vulnérable
$10^{-5} < K < 10^{-7}$	1 – Faiblement vulnérable
$10^{-4} < K < 10^{-5}$	2 – Moyennement vulnérable
$10^{-3} < K < 10^{-4}$	3 – Très fortement vulnérable
$K > 10^{-3}$	4 – Très fortement vulnérable

La perméabilité du bassin a pu être appréciée localement grâce aux données bibliographiques contenues dans le rapport final de Memosol, 2010.

Nous présentons ci-dessous la Figure 6-7 : Carte de vulnérabilité vis-à-vis de la perméabilité de la zone saturée. On retiendra sur cette carte :

- ✓ La vulnérabilité de la zone d'étude s'échelonne de faiblement vulnérable à très fortement vulnérable ;
- ✓ Les valeurs sont généralement plus faibles en amont sur les plateaux que dans les vallées où la fracturation est plus présente,
- ✓ L'axe aval de la vallée des Prés a été considéré comme un axe de drainage fortement fracturé. La perméabilité élevée des captages d'Harly en témoigne.

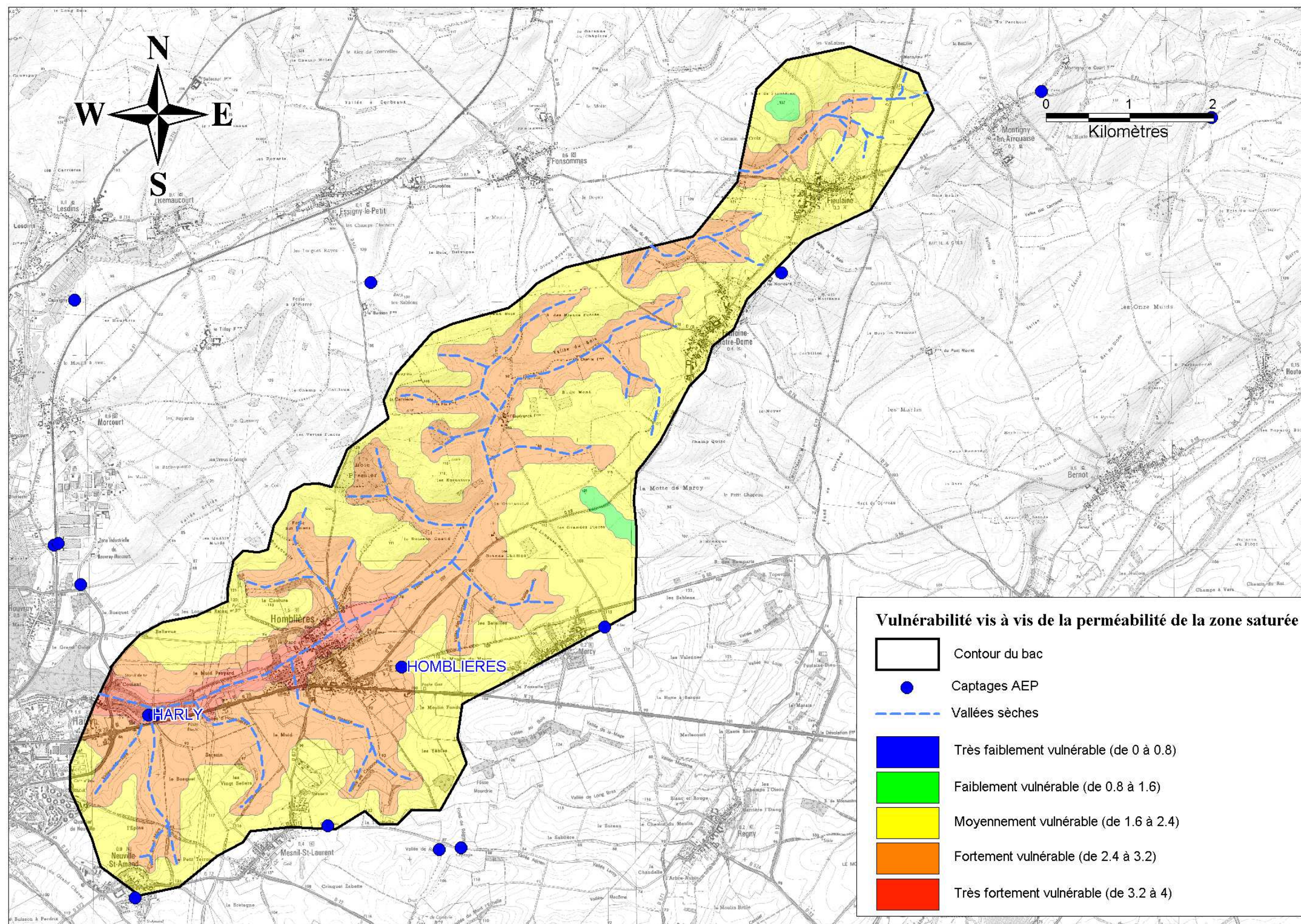


Figure 6-7 : Carte de vulnérabilité vis-à-vis de la perméabilité de la zone saturée

6.2 Carte de vulnérabilité intrinsèque de l'AAC

La combinaison des paramètres permet de cartographier la vulnérabilité de la nappe de la craie sur le bassin d'alimentation du captage de la commune d'Harly.

Nous présentons ci-dessous la Figure 6-8 : Carte de vulnérabilité intrinsèque du bassin d'alimentation correspondant aux captages d'Harly.

Les notes, d'après la méthode proposée, vont de 0,8 à 4 .Ainsi, on observe qu'une grande partie totalité de l'AAC est considérée comme moyennement vulnérable. Dans le détail :

- ✓ La tendance à une plus forte vulnérabilité est accentuée dans les vallées avec des épaisseurs de zone non saturée moins importante et des perméabilités plus grandes. On trouve ainsi les zones fortement vulnérables et très fortement vulnérables dans les vallées ;
- ✓ Les zones de plateaux du bac du captage d'Harly se distinguent par une faible vulnérabilité. Cette plus faible vulnérabilité se situe donc dans les zones où l'épaisseur de zone non saturée est plus importante et la perméabilité plus faible ;
- ✓ Le fond aval de la vallée de l'Harly est moyennement vulnérable grâce à une épaisseur de protection superficielle de type limons argileux et une plus faible vulnérabilité au ruissellement (fond plat).

Les zones particulièrement vulnérables, qu'il faudra prendre en compte lors des phases suivantes, sont les zones décrites en orange (et rouge) sur la carte ci-dessous en amont du captage.

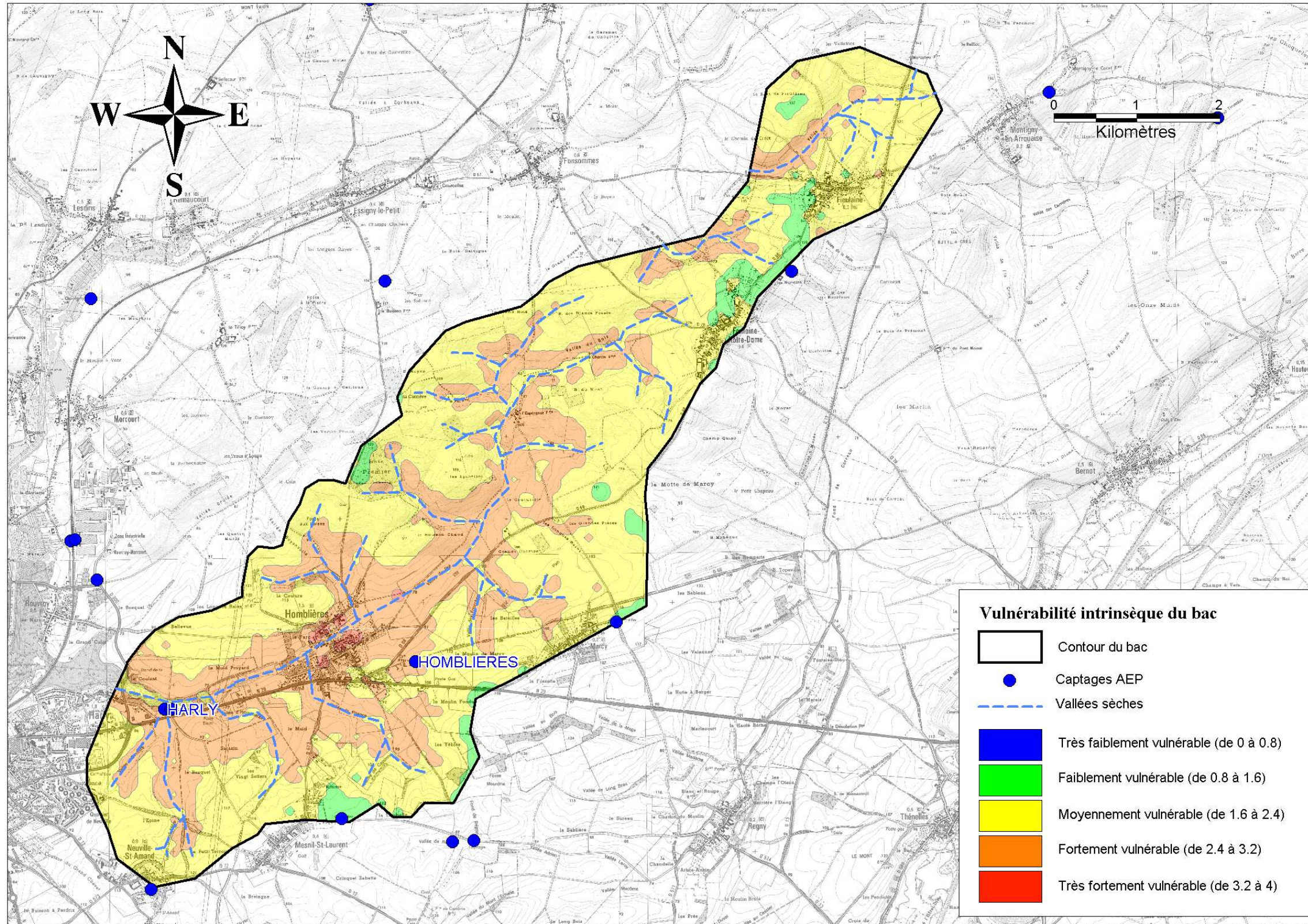


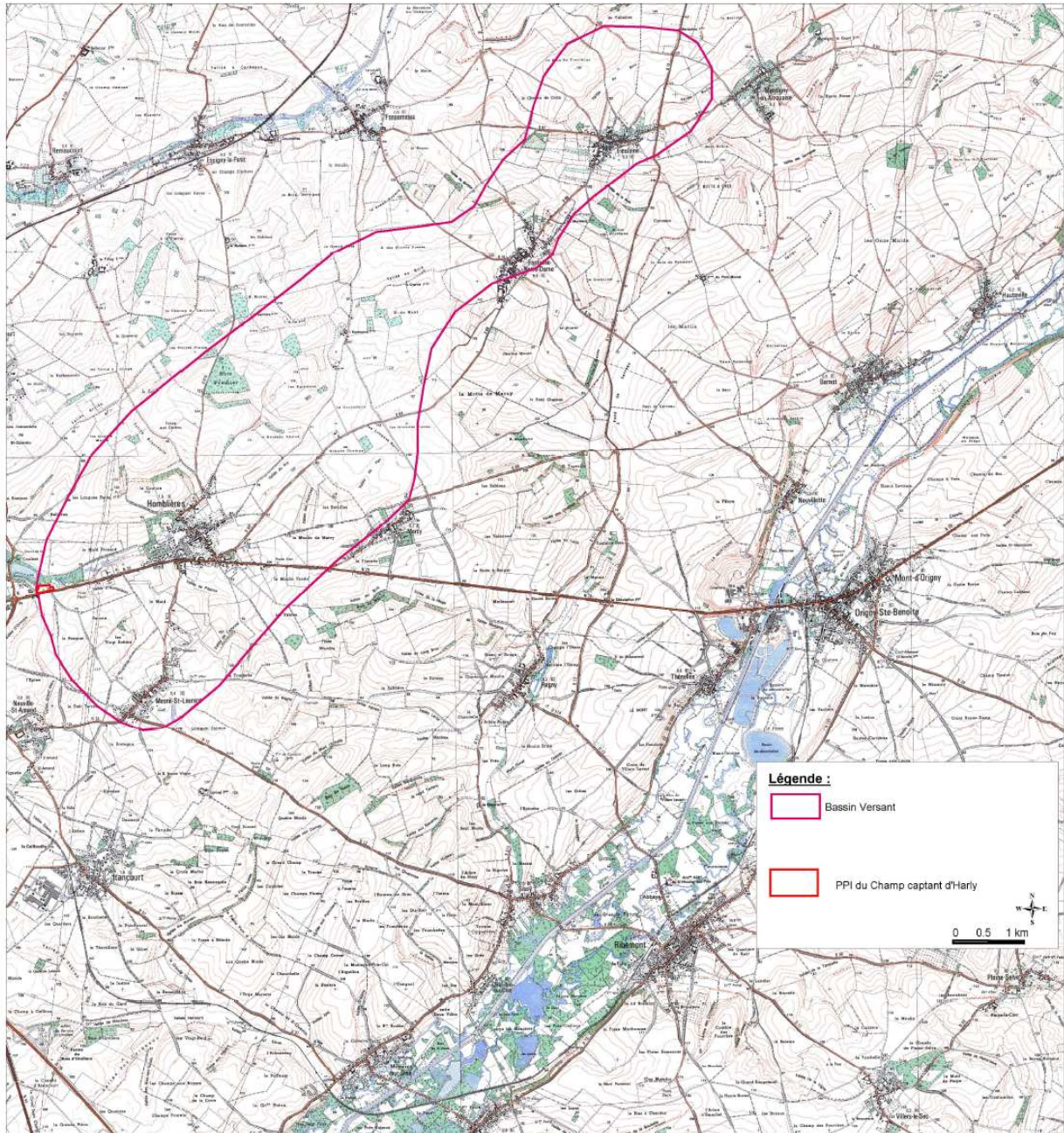
Figure 6-8 : Carte de vulnérabilité intrinsèque du bassin d'alimentation correspondant aux captages de la commune d'Harly.

ANNEXE 1

EXTRAITS DU RAPPORT PHASE 6 DE GINGER 2009



NOTE DE SYNTHÈSE – PHASE 6
Protection du champ captant de Harly (02)
Communauté d'Agglomération de St Quentin



ANNEXE 2

EXTRAITS DU RAPPORT PHASE 6 DE GINGER 2009



Figure 5 : Représentation des lignes de courant en amont du champ captant d'Harly