



ARCHAMBAULT CONSEIL

**SMDEP de la Vallée du Petit Morin
23, rue Pasteur
77510 REBAIS**

**Etude des Aires d'Alimentation des Captages
(AAC)**

Lot 1 : délimitation des AAC

**Captages d'Hondevilliers
n°0186-1X-0006 et n°0186-1X-0019**

PHASE 3 : Vulnérabilité Intrinsèque sur l'AAC

**CMC02540-P3R1-1012
Décembre 2012**

ETUDES ET EXPERTISES : EAU & ENVIRONNEMENT

AGENCE NORD EST IDF : 3 av. du Général Gallieni - 92000 Nanterre - Tél 01 55 90 16 68 - Fax 01 55 90 60 77
AGENCE CENTRE OUEST : 175 rue Morandière - 37260 Monts - Tél 02 47 26 98 31 - Fax 02 47 73 04 17
SIEGE & AGENCE SUD EST : ZA du Charpenay - 16 rue de l'Aqueduc - 69210 LENTILLY - Tél : 04 78 48 06 34 - Fax : 04 78 48 86 31
ARCHAMBAULT CONSEIL - SA à Directoire et Conseil de Surveillance Capital 500 000 € - SIRET 32875112800013 - APE 7112B

www.archambault-conseil.fr

SOMMAIRE

1	CADRE DE L'ETUDE	5
2	METHODOLOGIE	5
3	DETERMINATION DE LA VULNERABILITE INTRINSEQUE	7
3.1	PLUIE EFFICACE (PARAMETRE "P")	7
3.1.1	Données de Terralys.....	8
3.1.2	Données de la Chambre d'Agriculture.....	9
3.1.3	Comparaison des résultats.....	10
3.2	SOLS (PARAMETRE "S")	11
3.2.1	Données de Terralys.....	11
3.2.2	Données de la Chambre d'Agriculture.....	12
3.2.3	Comparaison des résultats.....	13
3.3	INDICE DE DEVELOPPEMENT ET DE PERSISTANCE DES RESEAUX	13
3.4	EPAISSEUR DE LA ZONE NON SATUREE	14
3.5	PERMEABILITE	15
3.5.1	Transmissivité.....	15
3.5.2	Vulnérabilité liée à la perméabilité.....	15
3.6	VULNERABILITE INTRINSEQUE	16
3.6.1	Calcul et cartographie.....	16
3.6.2	Comparaison des résultats de vulnérabilité intrinsèque.....	17
4	CONCLUSION	18

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 1 : Critères pondérés proposés par le guide méthodologique.....	6
Tableau 2 : Détail des classes de vulnérabilité.....	6
Tableau 3 : réserve utile du sol en fonction de la texture de ce dernier.....	8
Tableau 4 : réserve utile des sols présent sur l'AAC.....	8
Tableau 5 : pluie efficace sur l'AAC en fonction des sols présents.....	8
Tableau 6 : réserve utile du sol en fonction de la texture de ce dernier.....	9
Tableau 7 : réserve utile des sols présent sur l'AAC.....	9
Tableau 8 : pluie efficace sur l'AAC en fonction des sols présents.....	10
Tableau 9 : table de classification des sols.....	11
Tableau 10 : qualification de la vulnérabilité spécifique au paramètre Sol "S", en fonction du type de sol.....	11
Tableau 11 : Qualification de la vulnérabilité spécifique au paramètre Sol "S".....	12
Tableau 12 : Classement du paramètre "IDPR" et valeur du paramètre selon le BRGM.....	13
Tableau 13 : classement du paramètre "Épaisseur de ZNS" et valeur du paramètre selon le BRGM.....	14
Tableau 14 : transmissivités approchées par des essais de pompage effectués sur les captages 1 et 2.....	15
Tableau 15 : classement du paramètre "Perméabilité" et valeur du paramètre selon le BRGM.....	15
Tableau 16 : distribution des différentes classes de vulnérabilité intrinsèque sur l'AAC.....	17

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 :	Extraits des cartes pédologiques de l'AAC de la Chambre d'Agriculture de l'Aisne et de TERRALYS
ANNEXE 2 :	Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Pluie Efficace P à partir des données de Terralys
ANNEXE 3 :	Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Pluie Efficace P à partir des données de la Chambre de l'agriculture
ANNEXE 4 :	Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Sol S réalisée à partir des données de Terralys
ANNEXE 5 :	Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Sol S réalisée à partir des données de la Chambre d'Agriculture
ANNEXE 6 :	Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre d'Indice de persistance des réseaux I
ANNEXE 7 :	Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre d'épaisseur de la zone non saturée H
ANNEXE 8 :	Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre de perméabilité K
ANNEXE 9 :	Cartes de Vulnérabilité Intrinsèque réalisées à partir des données de Terralys
ANNEXE 10 :	Cartes de Vulnérabilité Intrinsèque réalisées à partir des données de la Chambre d'Agriculture

DOCUMENTATION CONSULTEE

- DOCUMENT 1 : BRGM : Délimitation des bassins d'alimentation des captages et de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses – Guide méthodologique, BRGM/RP-55874-FR, septembre 2007
- DOCUMENT 2 : TERRALYS : étude de sensibilité des sols du bassin d'alimentation d'Hondevilliers
- DOCUMENT 3 : Chambre d'Agriculture de l'Aisne : « Carte pédologique de Montmirail n°1-2 au 1/25000 », 1964
- DOCUMENT 4 : IGN : carte topographique n°2614 0 au 1/25 000^{ème}
- DOCUMENT 5 : ARCHAMBAULT CONSEIL : Etude des AAC du SMDEP de la Vallée du Petit Morin, Phase 1 : étude hydrogéologique des bassins versants souterrains, et Phase 2 : délimitation argumentée des AAC, janvier 2012
- Document 6 : Syndicat intercommunal de distribution d'eau potable de la vallée du Petit Morin : Recherche d'eaux souterraines peu minéralisées en nitrates. Evaluation de fin de travaux et proposition d'orientation.

1 CADRE DE L'ETUDE

Le SMDEP de la Vallée du Petit Morin a confié à ARCHAMBAULT CONSEIL la mission de réaliser la délimitation de l'Aire d'Alimentation du champ captant d'Hondevilliers.

Cette étude est décomposée en 3 phases :

- Phase 1. l'étude hydrogéologique des bassins versants souterrains des captages,
- Phase 2. la délimitation argumentée de l'Aire d'Alimentation des captages,
- Phase 3. la cartographie de la vulnérabilité sur l'AAC.

Le premier rapport concerne les phases 1 et 2. Le présent rapport concerne la seule phase 3 des captages.

Il rend compte :

- de la méthodologie appliquée au calcul de la vulnérabilité intrinsèque sur l'AAC,
- de l'étude de la vulnérabilité spécifique à chaque paramètre pris en compte,
- de la détermination de la Vulnérabilité intrinsèque de la nappe d'eau sur l'AAC.

2 METHODOLOGIE

La méthodologie de construction de la carte de vulnérabilité intrinsèque est présentée dans le guide méthodologique BRGM/RP-55874-FR de septembre 2007, intitulé « Délimitation des bassins d'alimentation des captages et cartographie de leur vulnérabilité vis-à-vis des pollutions diffuses » (*document 1*).

Les vecteurs de pollution diffuse – nitrates et produits phytosanitaires essentiellement – ont des comportements très différents lors de leur migration dans le sol et le sous-sol. Les nitrates sont très mobiles, alors que ce n'est pas nécessairement le cas des pesticides.

« Il n'est donc pas possible de cartographier une vulnérabilité représentant l'ensemble de ces comportements. La prise en compte de la nature des polluants dans la cartographie de la vulnérabilité suppose donc de dresser plusieurs cartes, prenant en compte les spécificités liées aux différentes espèces : le sol notamment, est dans cette approche un élément moteur prépondérant. »

[...]

« L'enjeu implicitement considéré n'est pas la ressource en eau souterraine en tant que telle, mais la qualité de l'eau pompée au niveau du captage d'eau potable. De fait, cela suppose que l'on prenne en compte l'écoulement de l'eau dans l'aquifère (la vulnérabilité doit prendre en compte la percolation de l'eau jusqu'à la nappe mais aussi sa circulation dans l'aquifère). »



La vulnérabilité intrinsèque d'une ressource en eau est donc calculée par l'addition de plusieurs paramètres classifiés et pondérés.

Dans le cadre du calcul de la vulnérabilité pour un aquifère de type « continu » (adapté de la méthode DRASTIC, USGS) les paramètres suivants sont pris en compte :

- **Pluie efficace, P** : obtenue par élaboration du bilan hydrique à partir de la pluviométrie, de l'évapotranspiration potentielle (ETP) et de la réserve utile des sols (RU).
- **Sol, S** : la caractérisation des sols est obtenue à partir des cartes existantes et des nomenclatures de classement en fonction de la nature des sols, de leur épaisseur et de leur teneur en éléments grossiers.
- **Infiltration efficace, I** : obtenue par la méthode IDPR (Indice de Développement et de Persistance des Réseaux), développé par le BRGM.
- **Epaisseur de la zone non saturée, H** : obtenue par comparaison de l'altitude de la surface piézométrique et du terrain naturel.
- **Perméabilité de l'aquifère, K** : obtenue à partir des pompages d'essais et/ou données bibliographiques.

Le poids de ces paramètres est proposé par le guide méthodologique :

Tableau 1 : Critères pondérés proposés par le guide méthodologique

Paramètres	Abréviation	Poids (%)
Pluie efficace	P	10
Sol	S	25
Infiltration (IDPR ou autre paramètre)	I	30
Epaisseur de la ZNS	H	20
Perméabilité	K	15
Total		100

Basée sur cette pondération, la formule de calcul est la suivante :

$$\text{Vulnérabilité} = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K$$

La valeur finale de la vulnérabilité varie entre 0 (vulnérabilité très faible) et 4 (vulnérabilité très élevée).

Tableau 2 : Détail des classes de vulnérabilité

Valeur indice	Classe	Vulnérabilité
3,2 - 4	4	Très élevée
2,4 - 3,19	3	Elevée
1,6 - 2,39	2	Modérée
0,8 - 1,59	1	Faible
0 - 0,79	0	Très faible

« A l'heure actuelle, les méthodes existantes de cartographie de la vulnérabilité peinent à trouver une unanimité quant aux paramètres à prendre en compte ». En l'occurrence, la méthodologie proposée par le guide méthodologique s'applique de manière satisfaisante à l'ensemble constitué par la nappe « libre » de la formation de Brie et de son horizon d'altération, bien que la nature parfois plus ou moins discontinue des écoulements souterrains (connexion au réseau de drainage principal du réservoir plus ou moins bonne) peuvent être source de discussion quant à une éventuelle adaptation de la méthode en prenant en compte des paramètres différents ou une pondération modifiée.

Dans le cas présent, la détermination de la vulnérabilité intrinsèque de la nappe de la formation du Brie sur l'AAC déterminée, s'appuie sur la formule du guide méthodologique.

3 DETERMINATION DE LA VULNERABILITE INTRINSEQUE

3.1 PLUIE EFFICACE (PARAMETRE "P")

La pluie efficace représente la part des précipitations qui rejoint la nappe. Elle est calculée grâce aux données météorologiques de METEO FRANCE de la station de Saint-Cyr-sur-Morin (à 8 km des ouvrages) pour la pluviométrie et à celle de Melun (57 km des ouvrages) pour l'évapotranspiration potentielle.

Suite aux précipitations, l'eau est soit infiltrée, soit évaporée par évapotranspiration potentielle (ETP). Exprimée en mm/jour l'ETP est un index utilisé pour quantifier la demande transpiratoire de l'air au sol et aux plantes. Elle est fonction du rayonnement solaire, de la température, du vent et de l'humidité de l'air. Dans le cas de l'infiltration, lorsque la valeur d'infiltration est supérieure à la valeur de réserve utile (RU), il y a infiltration dans la nappe, celle-ci est considérée comme pluie efficace (PE).

La pluie efficace se calcule donc avec la formule suivante :

$$PE = P_{\text{brute}} - ETP - RU$$

où : PE = pluie efficace en mm ; P_{brute} = pluie brute en mm
ETP = évapotranspiration potentielle en mm ; RU = réserve utile en mm

3.1.1 Données de Terralys

La réserve utile des sols de l'AAC est disponible à partir des travaux de TERRALYS appuyés par les données d'ARVALIS (annexe 1). En effet, le document 2 donne les valeurs suivantes :

Tableau 3 : réserve utile du sol en fonction de la texture de ce dernier

Classe de texture	S	SL	SA	LIS	LS	Lms	LSA	LAS	LI	Lm	LA	AS	A	AL
Réserve utile (mm/cm)	0,70	1,00	1,35	1,20	1,45	1,60	1,65	1,75	1,30	1,75	1,95	1,70	1,75	1,80

La réserve utile se calcule selon la formule qui suit :

$$RU \text{ du sol} = \text{Réserve utile (en mm/cm)} \times \text{Profondeur (en cm)} \times (1 - \text{Teneur en cailloux})$$

Les sols présents dans l'AAC possèdent donc les Réserves Utiles ci-dessous :

Tableau 4 : réserve utile des sols présent sur l'AAC

Type de sol	RU (mm)
Sableux très profonds	80
Sableux profonds	67
Sablo-limoneux profonds	86
Limono-sableux profonds	138
Limono-sableux assez profonds	110
Limono-sablo-argileux profonds	157
Limono argilo-sableux profonds	166
Limono-sableux peu profonds	55
Limoneux léger profonds	124
Limoneux léger peu profonds	62
Limono-argileux profonds	185
Limono-argileux moyennement profonds	111
Sablo-limoneux peu profonds	45

A partir de ces données la pluie efficace peut être calculée pour chaque type de sol, les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : pluie efficace sur l'AAC en fonction des sols présents

Type de sol	Pluie efficace (mm)
Sableux très profonds	153
Sableux profonds	166
Sablo-limoneux peu profonds	188
Sablo-limoneux profonds	147
Limono-sableux profonds	95
Limono-sableux assez profonds	123
Limono-sablo-argileux profonds	76
Limono argilo-sableux profonds	67

Limono-sableux peu profonds	178
Limoneux léger profonds	109
Limoneux léger peu profonds	171
Limono-argileux profonds	48
Limono-argileux moyennement profonds	122

Le secteur d'étude a ensuite été interprété en fonction de la grille de notation suivante :

Pluie efficace "P"	Valeur du paramètre
100 – 200 mm	2 (=P2)
100 – 50 mm	1 (=P1)
0 – 50 mm	0 (=P0)

La carte des pluies efficaces calculées à partir des valeurs de Terralys est consignée en **annexe 2**.

3.1.2 Données de la Chambre d'Agriculture

La réserve utile des sols de l'AAC est disponible à partir des propositions de la Chambre d'Agriculture.

Tableau 6 : réserve utile du sol en fonction de la texture de ce dernier

Classe de texture	S	SL	SA	LIS	LS	Lms	LSA	LAS	LI	Lm	LA	AS	A	AL
Réserve utile (mm/cm)	1,20	1,20	1,20	1,60	1,60	1,60	1,65	1,75	1,60	1,65	1,95	1,70	1,95	1,95

La réserve utile se calcule selon la formule qui suit :

$$RU \text{ du sol} = \text{Réserve utile (en mm/cm)} \times \text{Profondeur (en cm)} \times (1 - \text{Teneur en cailloux})$$

Les sols présents dans l'AAC possèdent donc les Réserves Utiles ci-dessous :

Tableau 7 : réserve utile des sols présent sur l'AAC

Type de sol	RU (mm)
Sableux très profonds	137
Sableux profonds	114
Sablo-limoneux profonds	103
Limono-sableux profonds	152
Limono-sableux assez profonds	152
Limono-sablo-argileux profonds	157
Limono argilo-sableux profonds	166
Limono-sableux peu profonds	61
Limoneux léger profonds	152
Limoneux léger peu profonds	76
Limono-argileux profonds	185
Limono-argileux moyennement profonds	111
Sablo-limoneux peu profonds	54

A partir de ces données la pluie efficace peut être calculée pour chaque type de sol, les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : pluie efficace sur l'AAC en fonction des sols présents

Type de sol	Pluie efficace (mm)
Sableux très profonds	96
Sableux profonds	119
Sablo-limoneux peu profonds	130
Sablo-limoneux profonds	81
Limono-sableux profonds	81
Limono-sableux assez profonds	76
Limono-sablo-argileux profonds	67
Limono argilo-sableux profonds	172
Limono-sableux peu profonds	81
Limoneux léger profonds	157
Limoneux léger peu profonds	48
Limono-argileux profonds	122
Limono-argileux moyennement profonds	179

Le secteur d'étude a ensuite été interprété en fonction de la grille de notation suivante :

Pluie efficace "P"	Valeur du paramètre
100 – 200 mm	2 (=P2)
100 – 50 mm	1 (=P1)
0 – 50 mm	0 (=P0)

La carte des pluies efficaces calculées à partir des valeurs de la Chambre d'Agriculture est présentée en annexe 3.

3.1.3 Comparaison des résultats

Les remarques formulées par la Chambre d'Agriculture tendent à faire augmenter les RU des sols présents sur l'AAC d'Hondevilliers.

De ce fait les pluies efficaces qui en découlent sont forcément diminuées. L'AAC présente donc une vulnérabilité vis-à-vis de la pluie efficace inférieure lorsqu'on la calcul avec les valeurs de la Chambre d'Agriculture.

3.2 SOLS (PARAMETRE "S")

3.2.1 Données de Terralys

La couverture pédologique est connue avec une précision satisfaisante grâce à la carte pédologique de Montmirail n°1-2 (document 3 ; **annexe 1**), qui détaillent la nature, la texture et donnent une idée de l'épaisseur des sols, et grâce aux travaux réalisés par TERRALYS donnant ces mêmes paramètres sur l'ensemble de l'AAC étudiée (document 2 ; **annexe 1**).

Le paramètre "Sol" est ensuite apprécié et noté à l'aide des descriptions littérales données par ces cartes et à l'aide du tableau suivant :

Tableau 9 : table de classification des sols

% Cailloux	Texture			Epaisseur	Nature du sol		
	argile	limon	sable		1	2	3
0 – 15 %	1	1	2	> 100 cm	S1	S2	S3
15 – 60 %	1	2	3	20 – 100 cm	S2	S3	S4
> 60 %	2	3	3	0 – 20 cm	S3	S4	S4
				nulle	S4	S4	S4

Les tableaux suivants détaillent les critères de notation et la classification de la vulnérabilité pour chaque type de sol :

Tableau 10 : qualification de la vulnérabilité spécifique au paramètre Sol "S", en fonction du type de sol

Type de sol	Texture	% Cailloux	Epaisseur	Indice de vulnérabilité
Sable très profonds	3	1	1	S2
Sable profonds	3	1	2	S3
Sable limoneux profonds	3	1	2	S3
Limons sableux profonds	2	1	2	S2
Limons sableux assez profonds	2	1	2	S2
Limons sablo-argileux profonds	2	1	2	S2
Limons argilo-sableux profonds	2	1	2	S2
Limons sableux peu profonds	2	1	2	S2
Limons légers	2	1	2	S2

profonds				
Limons léger peu profonds	2	1	2	S2
Limons argileux profonds	2	1	2	S2
Limons argileux moyennement profonds	2	1	2	S2
Sables limoneux peu profonds	3	1	2	S3

La carte de l'annexe 4 a été établie à partir des descriptions du tableau ci-dessus.

3.2.2 Données de la Chambre d'Agriculture

Le paramètre "Sol" a été apprécié et noté par les services de la Chambre d'Agriculture à partir notamment de leur connaissance du secteur.

Les critères de notation et la classification de la vulnérabilité pour chaque type de sol est la suivante :

Tableau 11 : Qualification de la vulnérabilité spécifique au paramètre Sol "S"

Type de sol	Texture	% Cailloux	Epaisseur	Indice de vulnérabilité
Sable très profonds	2	1	1	S2
Sable profonds	2	1	1	S2
Sable limoneux profonds	2	1	2	S3
Limons sableux profonds	1	1	1	S1
Limons sableux assez profonds	1	1	2	S2
Limons sablo-argileux profonds	1	1	1	S1
Limons argilo-sableux profonds	1	1	1	S1
Limons sableux peu profonds	1	1	2	S2
Limons légers profonds	1	1	1	S1
Limons léger peu profonds	1	1	2	S1
Limons argileux profonds	1	1	1	S1
Limons argileux moyennement profonds	1	1	2	S2
Sables limoneux peu profonds	2	1	2	S3

La carte de vulnérabilité liée au paramètre "sol" calculée à partir des données de la Chambre d'Agriculture est consignée en **annexe 5**.

3.2.3 Comparaison des résultats

Les remarques de la Chambre d'Agriculture font état d'une surestimation du pourcentage de sable dans les sols cartographiés. La texture de ceux-ci s'en retrouve mal estimée. La profondeur des sols serait quant-à elle sous-estimée et donc à voir à la hausse.

Les corrections apportées par la Chambre d'Agriculture (augmentation de l'argilosité des sols et de la profondeur) induisent donc une modification de la texture et au final une AAC moins vulnérable vis-à-vis du paramètre 'Sol'.

D'avantage dans le détail, les zones à vulnérabilité modérée sont relativement semblables quelque soit les données utilisées, la différence est majoritairement visible pour l'extension de la zone à vulnérabilité faible. Celle-ci devient majoritaire sur l'AAC alors qu'elle n'était pas présente avant.

3.3 INDICE DE DEVELOPPEMENT ET DE PERSISTANCE DES RESEAUX

L'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux permet de rendre compte de façon indirecte de la capacité intrinsèque des terrains à laisser s'infiltrer ou ruisseler les eaux de pluie. L'indice est la résultante de la comparaison du réseau hydrographique existant et d'un réseau théorique reconstitué à partir des seules données topographiques.

L'IDPR existe sous forme de grille, discrétisé en carré de 50 m de coté, et est disponible auprès du BRGM pour l'ensemble de la France.

Le secteur d'étude a ensuite été départagé en fonction de la grille de notation suivante :

L'extrait de l'IDPR correspondant à l'AAC est présenté en **annexe 6**.

Tableau 12 : Classement du paramètre "IDPR" et valeur du paramètre selon le BRGM

IDPR "I"	Valeur du paramètre
0 – 400	4 (=I4)
400 – 800	3 (=I3)
800 – 1200	2 (=I2)
1200 – 1600	1 (=I1)
1600 – 2000	0 (=I0)

3.4 EPAISSEUR DE LA ZONE NON SATUREE

La zone non saturée (ZNS) correspond à la zone comprise entre la surface du sol et le toit de la nappe, elle est de ce fait un point de passage des eaux de surface s'infiltrant vers la nappe.

Etant donné la configuration des captages, qui captent les calcaires et indirectement les formations sus-jacentes, c'est par rapport à la nappe du calcaire de Brie qu'a été défini ce paramètre du calcul de vulnérabilité.

L'épaisseur de la ZNS est obtenue par comparaison des courbes topographiques des cartes topographiques (n°2614 O, document 4) et de la piézométrie de 2011 (document 5).

L'épaisseur de la ZNS a donc été calculée d'après la formule suivante :

$$H = \text{Altitude} - \text{Piézométrie}$$

où : H : épaisseur de la ZNS en m

Altitude : altitude du sol en m NGF

Piézométrie : cote de la surface de la nappe en m NGF

Le secteur d'étude a ensuite été interprété en fonction de la grille de notation suivante :

Tableau 13 : classement du paramètre "Epaisseur de ZNS" et valeur du paramètre selon le BRGM

ZNS "H"	Valeur du paramètre
< 2 m	4 (=H4)
2 – 5 m	3 (=H3)
5 – 20 m	2 (=H2)
20 – 50 m	1 (=H1)
> 50 m	0 (=H0)

La carte de l'annexe 7 a été établie à partir de ces critères.

3.5 PERMEABILITE

Nous posons comme hypothèse que la nappe est principalement contenue dans le Calcaire de Brie.

Les données de travail se présentent sous deux formes : la transmissivité et l'épaisseur des formations aquifères.

3.5.1 Transmissivité

Le document 5 présente des essais de pompage effectués sur les deux captages étudiés ici. Ces tests ont permis d'obtenir des approximations de transmissivité, les valeurs sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14 : transmissivités approchées par des essais de pompage effectués sur les captages 1 et 2

	Captage H1	Captage H2
Transmissivité approchée lors de l'essai de pompage de 1959	$6,86.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$	---
Transmissivité approchée lors de l'essai de pompage de 1963	---	$6,88.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$
Transmissivité approchée lors d'essais de pompage de 1971	$1,01.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ (valeur maximisée par l'écoulement du trop plein)	---

On peut donc retenir une transmissivité de 7 à 10.10^{-3} m/s .

3.5.2 Vulnérabilité liée à la perméabilité

Les valeurs de transmissivité ont aussi été obtenues à partir du Document 6 du Syndicat Intercommunal de la vallée du Petit Morin. La perméabilité est obtenue à l'aide de la formule : $K = T/e$. Les variations latérales de perméabilité sont obtenues à partir de la carte piézométrique (Document 5).

La carte est alors réalisée en fonction de la classification suivante :

Tableau 15 : classement du paramètre "Perméabilité" et valeur du paramètre selon le BRGM

Perméabilité "K"	Valeur du paramètre
$> 10^{-3} \text{ m/s}$	4 (=K4)
$10^{-4} - 10^{-3} \text{ m/s}$	3 (=K3)
$10^{-5} - 10^{-4} \text{ m/s}$	2 (=K2)
$10^{-7} - 10^{-5} \text{ m/s}$	1 (=K1)
$< 10^{-7} \text{ m/s}$	0 (=K0)

La carte de vulnérabilité spécifique à la perméabilité est ainsi présentée en annexe 8.

3.6 VULNERABILITE INTRINSEQUE

3.6.1 Calcul et cartographie

Les cartes de l'annexe 9 et 10 sont les représentations de l'ensemble des critères pondérés (selon Terralys puis selon la Chambre de l'agriculture), suivant la formule de calcul suivante :

$$\text{Vulnérabilité} = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K$$

La carte de vulnérabilité traduit une vulnérabilité globalement **modérée** sur la quasi-totalité de sa surface (85 % de la surface de l'AAC selon la Chambre d'Agriculture et 72 % selon Terralys), avec des exceptions, notamment avec la présence de zones à **vulnérabilité faible** (environ 3 %) et d'autres **très élevée** (entre 10 et 25 %).

Les zones à vulnérabilité **faible** :

- dans la partie Est du Bois de Tartre, à l'Ouest des captages, au niveau de la Butte Rouge, notamment en raison d'un IDPR très fort à modéré (800 à 2000) et de pluies efficaces faibles (50 à 200 mm).

Zone à vulnérabilité **élevée** :

- immédiatement à l'Est des captages, en raison d'un IDPR faible à très faible (0 à 800) et d'une zone non saturée peu épaisse à très peu épaisse (0 à 5 m),
- à l'Ouest au niveau du lieu-dit de la Maltournée jusqu'à la Butte rouge, là aussi en raison d'une zone non saturée très peu épaisse (0 à 5 m) et d'un IDPR très faible (0 à 400),
- au Nord, vers la Houssière en raison d'une vulnérabilité spécifique au sol élevée.

Le reste de l'AAC est qualifiée de zone à vulnérabilité modérée, notamment en raison de la présence de sols limoneux et peu caillouteux, d'une zone non saturée modérément épaisse (5 à 20 m) et d'une perméabilité modérée à faible sur l'ensemble de l'aire d'alimentation.

Les forages 1 et 2 sont situés en zone modérément à faiblement vulnérable (à la limite entre les deux zones).

Les cartes de la vulnérabilité intrinsèque sur l'ensemble de l'AAC au 1/25 000 sont présentées à l'échelle 1/25000 dans les **Annexe 9 et 10** (selon Terralys puis selon la Chambre de l'Agriculture).

3.6.2 Comparaison des résultats de vulnérabilité intrinsèque

La répartition des différentes classes de vulnérabilité intrinsèque sur l'AAC est la suivante :

Tableau 16 : distribution des différentes classes de vulnérabilité intrinsèque sur l'AAC

Données	Vulnérabilité faible	Vulnérabilité modérée	Vulnérabilité élevée
Terralys	2,4 %	72,3 %	25,3 %
Chambre d'Agriculture	4,2 %	85,1 %	10,7 %

La carte obtenue à partir des remarques de la Chambre d'Agriculture présente 85,1 % de l'AAC en vulnérabilité modérée tandis que celle obtenue d'après les données de Terralys en présente 72,3 %.

D'un point de vue cartographique on constate que les zones étant qualifiées comme à vulnérabilité élevée sont les mêmes pour les deux cartes, cependant elles sont plus réduites et morcelées avec les données de la Chambre d'Agriculture. Cela est logique car cette dernière donnait localement des sols plus argileux et plus épais ce qui engendre une meilleure protection de la nappe à ces endroits.

4 CONCLUSION

La détermination de la vulnérabilité intrinsèque de la ressource en eau sur l'Aire d'Alimentation des Captages (AAC) préalablement définie est réalisée à partir de la méthodologie BRGM, qui intègre dans son appréciation des paramètres géologiques, hydrogéologiques, pédologiques, topographiques et climatiques.

Les paramètres retenus dans cette approche sont :

- la pluie efficace.
- le sol.
- le potentiel d'infiltration des terrains.
- l'épaisseur de la zone non saturée des sols.
- la perméabilité de l'aquifère.

La vulnérabilité intrinsèque est ainsi la résultante d'une somme pondérée des notes déterminées pour chacun des paramètres. Dans le cas présent, la formule utilisée a été la suivante :

$$\text{Vulnérabilité} = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K$$

La carte de vulnérabilité obtenue montre que sur l'AAC, la nappe des calcaires de Brie présentent une vulnérabilité élevée à faible. Les différentes classes de vulnérabilité intrinsèque obtenues sur l'AAC sont les suivantes :

- zones à vulnérabilité élevée : au lieu-dit la Maltournée et à l'Est des captages, en raison d'un IDPR très faible et d'une zone non saturée très peu épaisse.
- zones à vulnérabilité faible : dans la partie Est du Bois de Tartre à l'Ouest des captages, au niveau de la Butte Rouge, notamment en raison d'un IDPR très fort à modéré et de pluies efficaces modérées à faibles.
- zones à vulnérabilité modérée : sur la majorité de l'AAC, notamment en raison d'un IDPR globalement élevé et d'une zone non saturée modérément épaisse.

A Nanterre, décembre 2012

Pierre-Vincent PETIT
Hydrogéologue – Ingénieur d'études

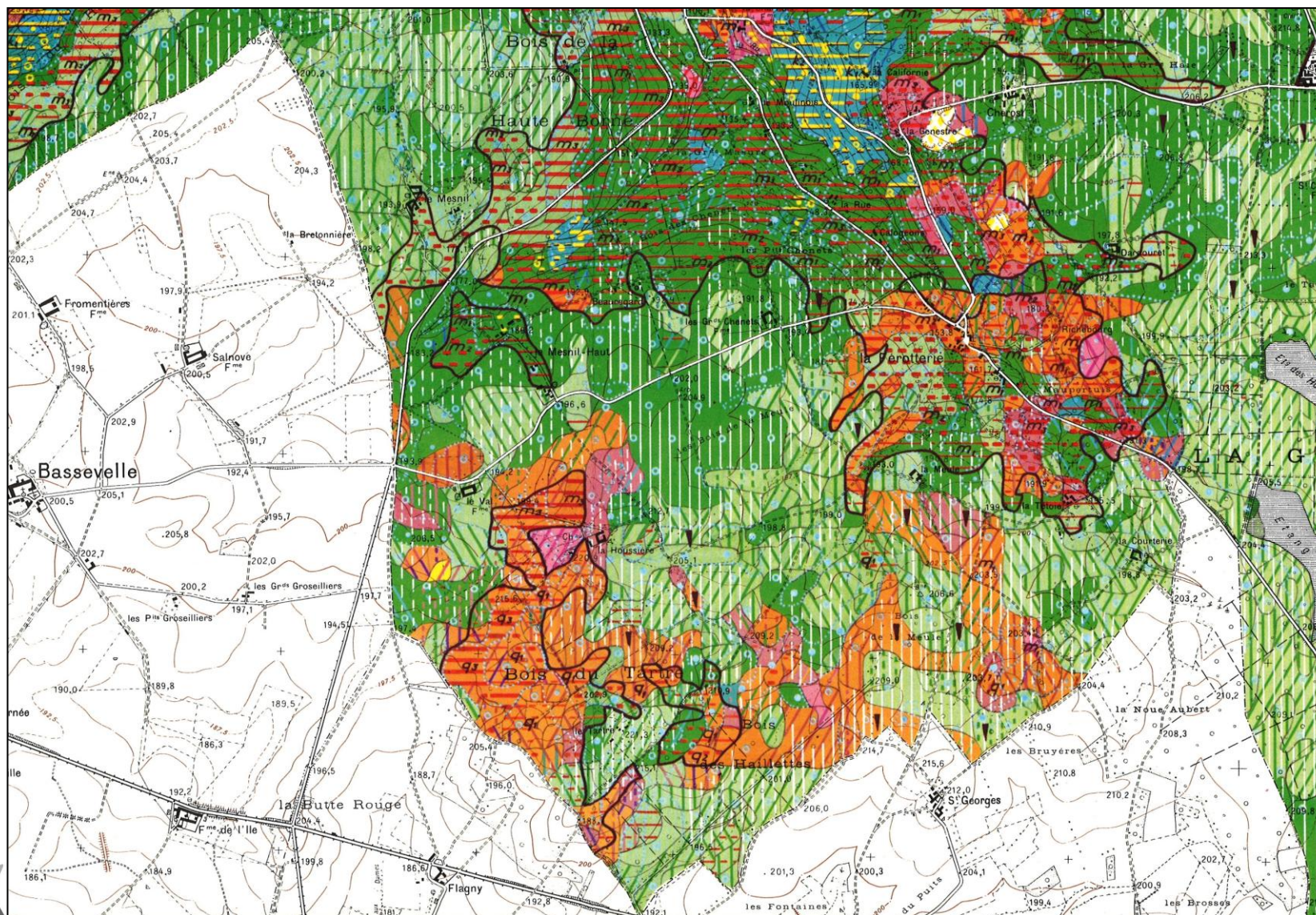
Philippe BARON
Hydrogéologue – Chef de Projets

ANNEXE 1

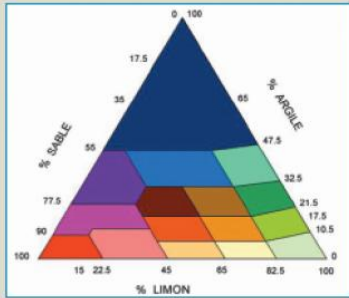
Extraits des cartes pédologiques de l'AAC de la Chambre d'Agriculture de l'Aisne et de TERRALYS



SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN
Etude de l'Aire d'Alimentation des Captages (AAC) n°01861X0006 et n°01861X0019
PHASE 3 : Cartographie de la Vulnérabilité Intrinsèque



Textures



	Sable		Limon moyen sableux		Argile limoneuse
	Sable limoneux		Limon sablo-argileux		Argile sableuse
	Sable argileux		Limon argilo-sableux		Argile
	Limon sableux léger		Limon léger		Argile lourde
	Limon léger sableux		Limon moyen		
	Limon sableux		Limon argileux		

Profondeur représentation des textures apparaissant :

- En surface : teinte plate
- Entre 20 et 40 cm :
- Entre 40 et 60 cm :
- Entre 60 et 80 cm :
- Entre 80 et 120 cm :

Substrats

Nature :

- Calcaire tendre : bande jaune
- Calcaire dur : bande jaune soulignée de noir
- Gypse : bande jaune soulignée de rouge
- Marne : bande jaune soulignée de bleu
- Meulière : bande rouge
- Grès : bande orangée

Profondeur :

- Entre 20 et 40 cm :
- Entre 40 et 60 cm :
- Entre 60 et 80 cm :
- Entre 80 et 120 cm :

Teneur en calcaire

- Très faiblement calcaire : 1 à 5 %
- Faiblement calcaire : 5 à 12,5 %
- Modérément calcaire : 12,5 à 25 %
- Fortement calcaire : 25 à 37,5 %
- Très fortement calcaire : 37,5 à 50 %

Charge en éléments grossiers présente entre 0 et 40 cm

- Nature : meulière : m ; calcaire : k ou c ; grès : q ; silic : x
- Intensité : faible : 1 ; moyenne : 2 ; importante : 3 ; rendant le labour impossible : 4

Hydromorphie

Sol à drainage rapide ou favorable

Pas d'hydromorphie, engorgement hivernal inexistant ou éphémère.

Sol à drainage interne modéré

Hydromorphie faiblement marquée apparaissant en bas de profil (pseudogley > 80 cm).

Sol à drainage interne modéré à imparfait

Hydromorphie marquée entre 40 et 80 cm et disparaissant plus bas : due à un engorgement perché.

Sol à drainage interne imparfait

Hydromorphie modérément marquée apparaissant à profondeur moyenne (pseudogley entre 40 et 80 cm).

Sol à drainage interne faible

Hydromorphie nettement marquée débutant à faible profondeur (pseudogley < 40 cm), pouvant ou non disparaître en profondeur.

Sol à drainage interne très faible

- Partiel : l'engorgement est superficiel mais prolongé, dû à un défaut d'infiltration ; la matrice est réduite dans la partie supérieure du profil, mais l'hydromorphie est atténuée au-dessous.

- Total : l'engorgement du profil est complet mais semi-permanent, dû à une nappe phréatique à grand battement : la matrice est fortement réduite mais il y a des taches de réoxydation sur tout le profil.

Sol à drainage interne assez pauvre

Présence dans la base du profil d'une nappe phréatique à caractère permanent

- Sans pseudogley : la nappe a peu ou pas de variation de niveau, un horizon réduit grisâtre apparaît entre 80 et 120 cm (gley)

- Avec pseudogley : la nappe peut remonter temporairement jusqu'en surface, et un pseudogley très fortement marqué surmonte l'horizon réduit profond.

Sol à drainage interne pauvre

Nappe phréatique à caractère permanent à moyenne profondeur. L'hydromorphie est très fortement marquée dès la surface du sol, un horizon réduit apparaissant entre 40 et 80 cm.

Sol à drainage interne très pauvre

Engorgement permanent, la nappe phréatique ne s'abaisse pas à moins de 40 cm. L'hydromorphie est très fortement marquée en surface et l'horizon réduit apparaît à faible profondeur.

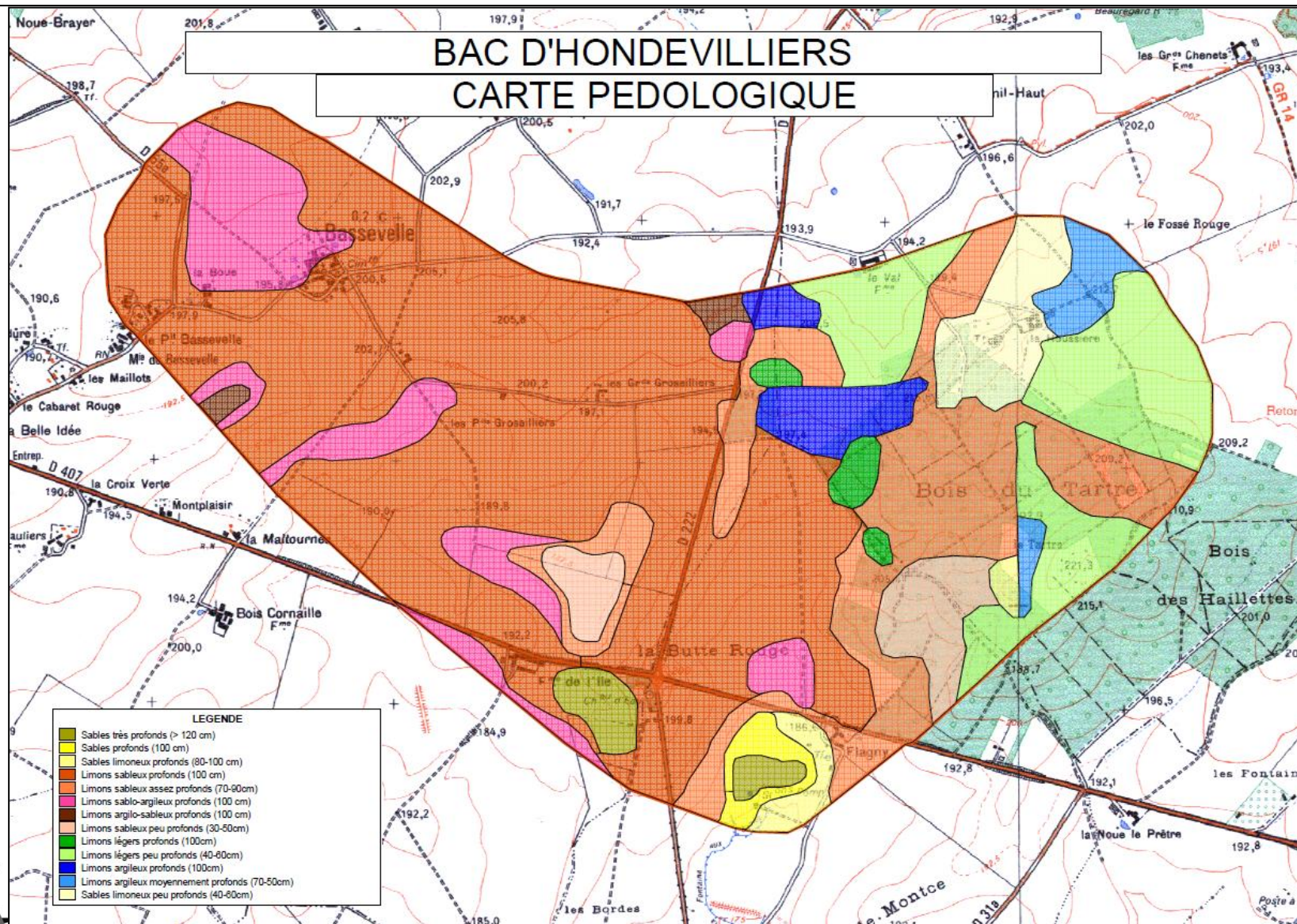
Signes particuliers

Sols fortement lessivés et dégradés :

Sols lessivés moyennement dégradés :



SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN
 Etude de l'Aire d'Alimentation des Captages (AAC) n°01861X0006 et n°01861X0019
 PHASE 3 : Cartographie de la Vulnérabilité Intrinsèque

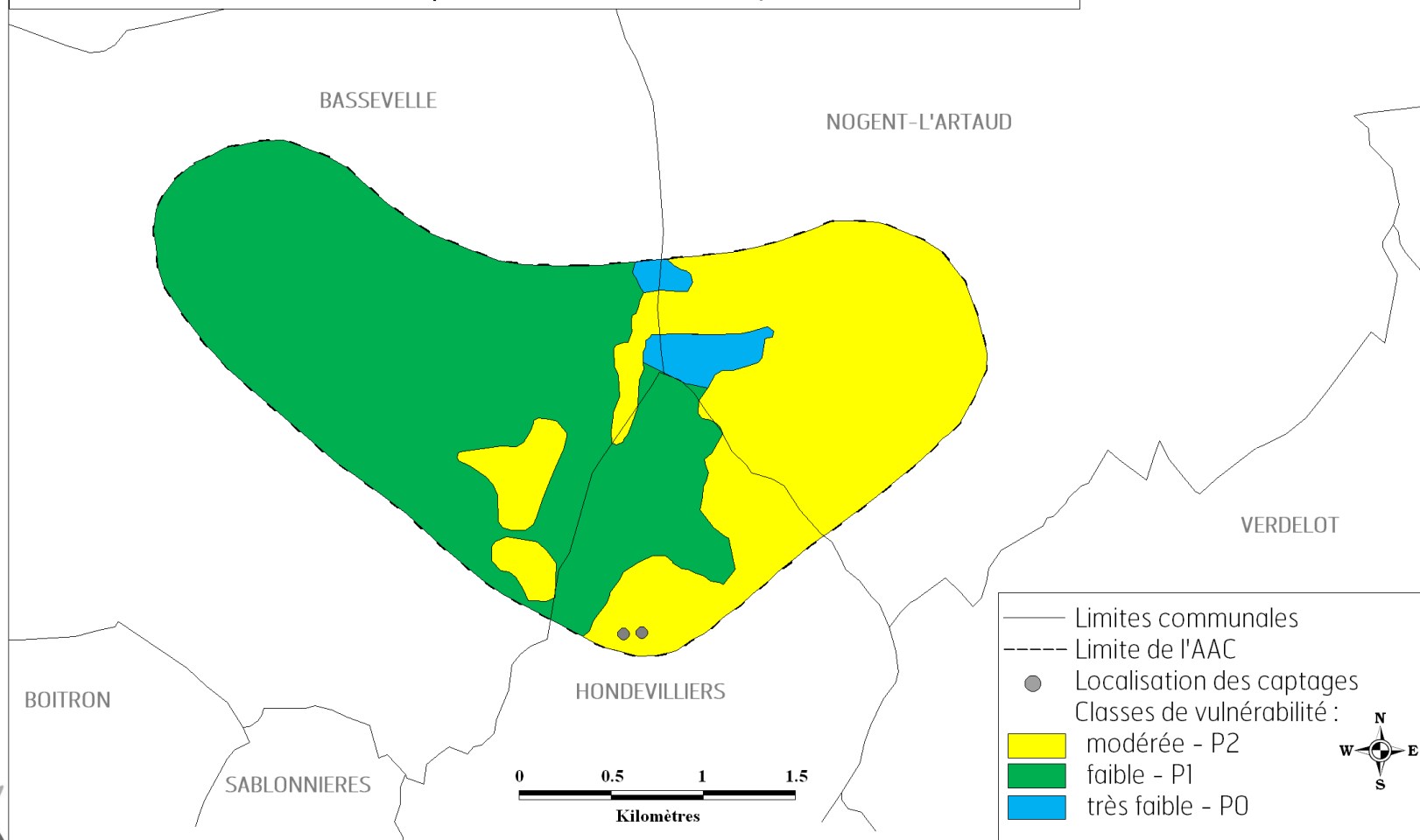


ANNEXE 2

Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Pluie Efficace P à partir des données de Terralys



Aire d'Alimentation des Captages n°01861X0006 et n°01861X0019
SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN
Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Pluie efficace
obtenue à partir des données de Terralys

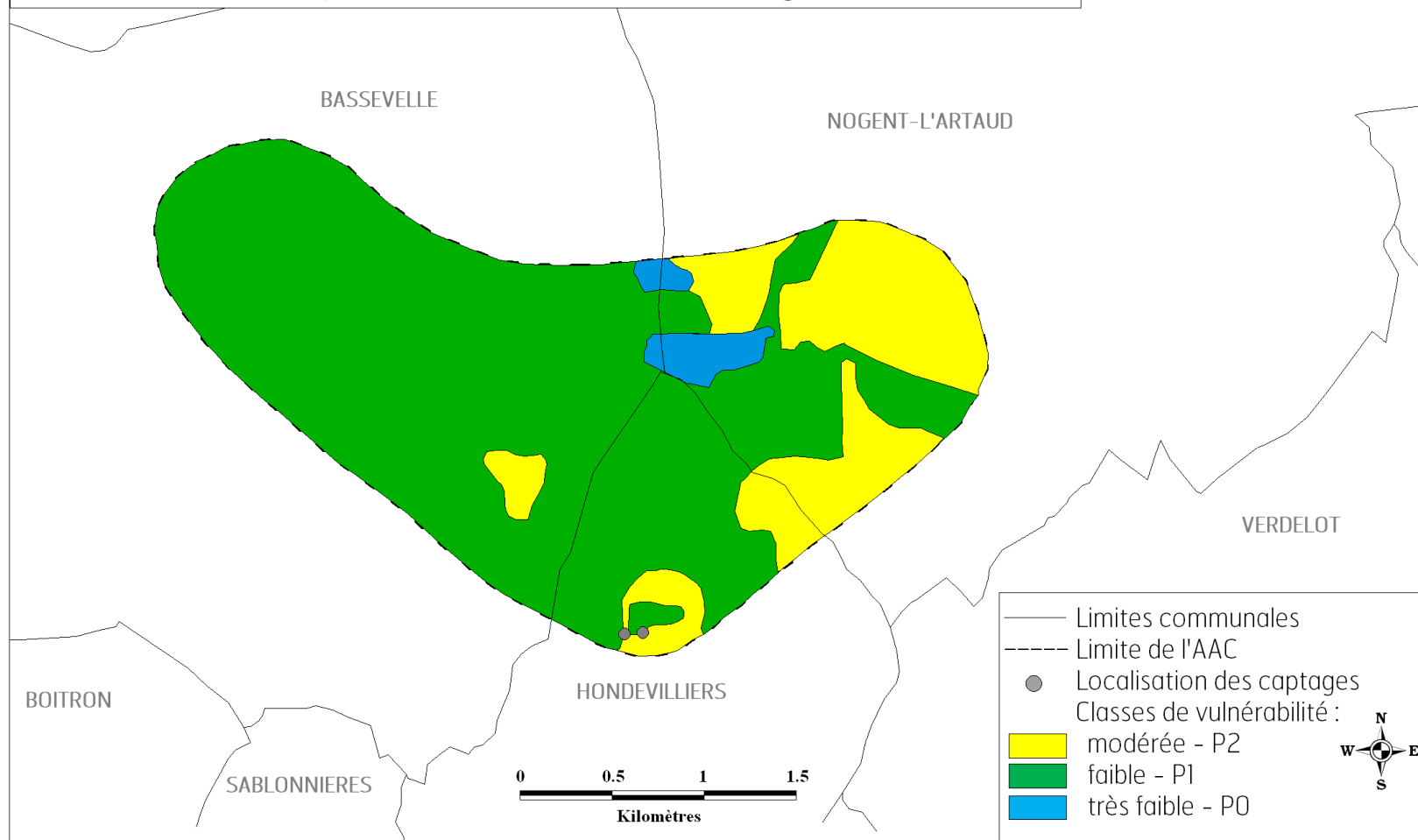


ANNEXE 3

Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Pluie Efficace P à partir des données de la Chambre de l'agriculture



Aire d'Alimentation des Captages n°01861X0006 et n°01861X0019
SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN
Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Pluie efficace
obtenue à partir des données de la Chambre de l'Agriculture

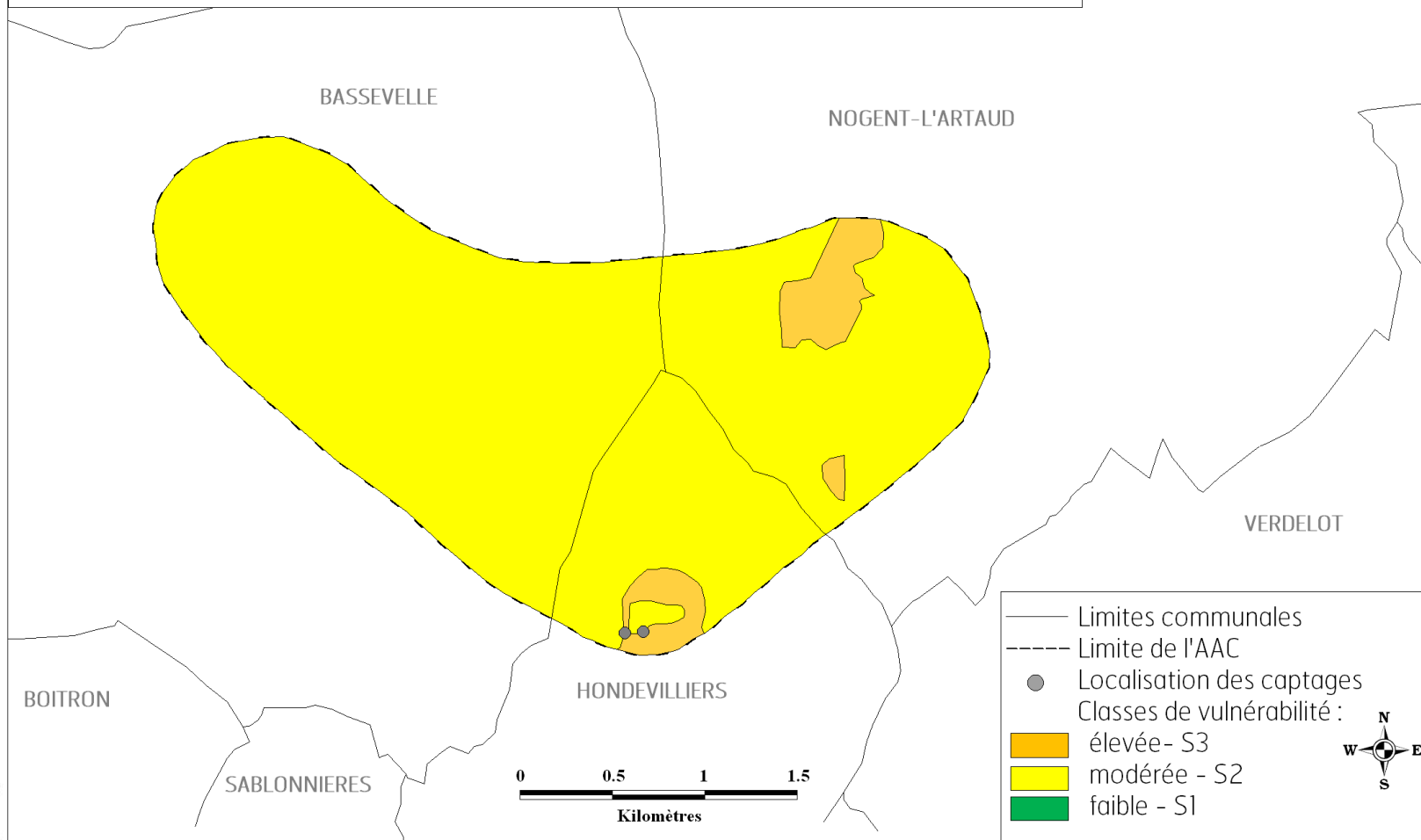


ANNEXE 4

Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Sol S réalisée à partir des données de Terralys



Aire d'Alimentation des Captages n°01861X0006 et n°01861X0019
SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN
Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Sol
obtenue à partir des données de Terralys

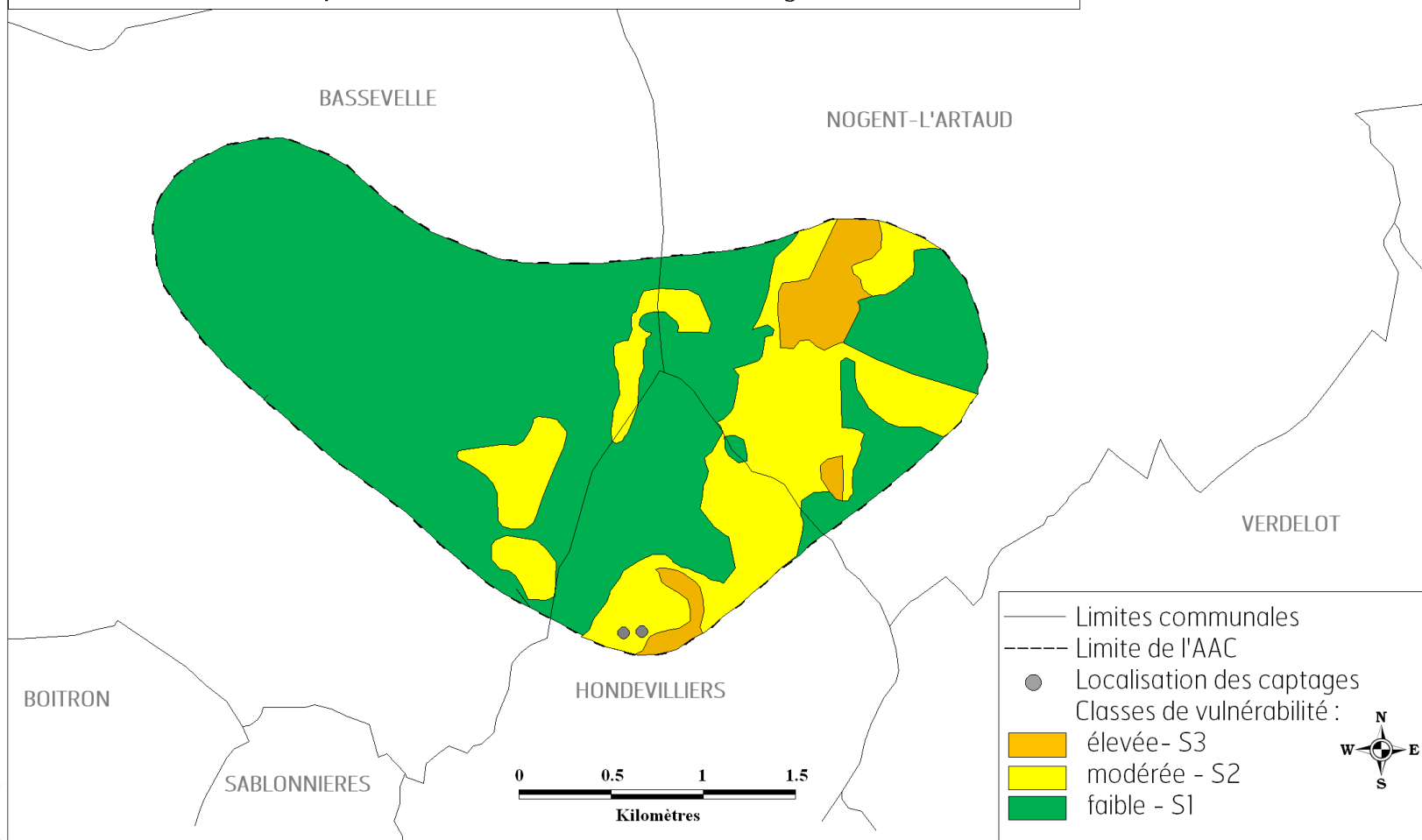


ANNEXE 5

**Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Sol S
réalisée à partir des données de la Chambre de l'Agriculture**



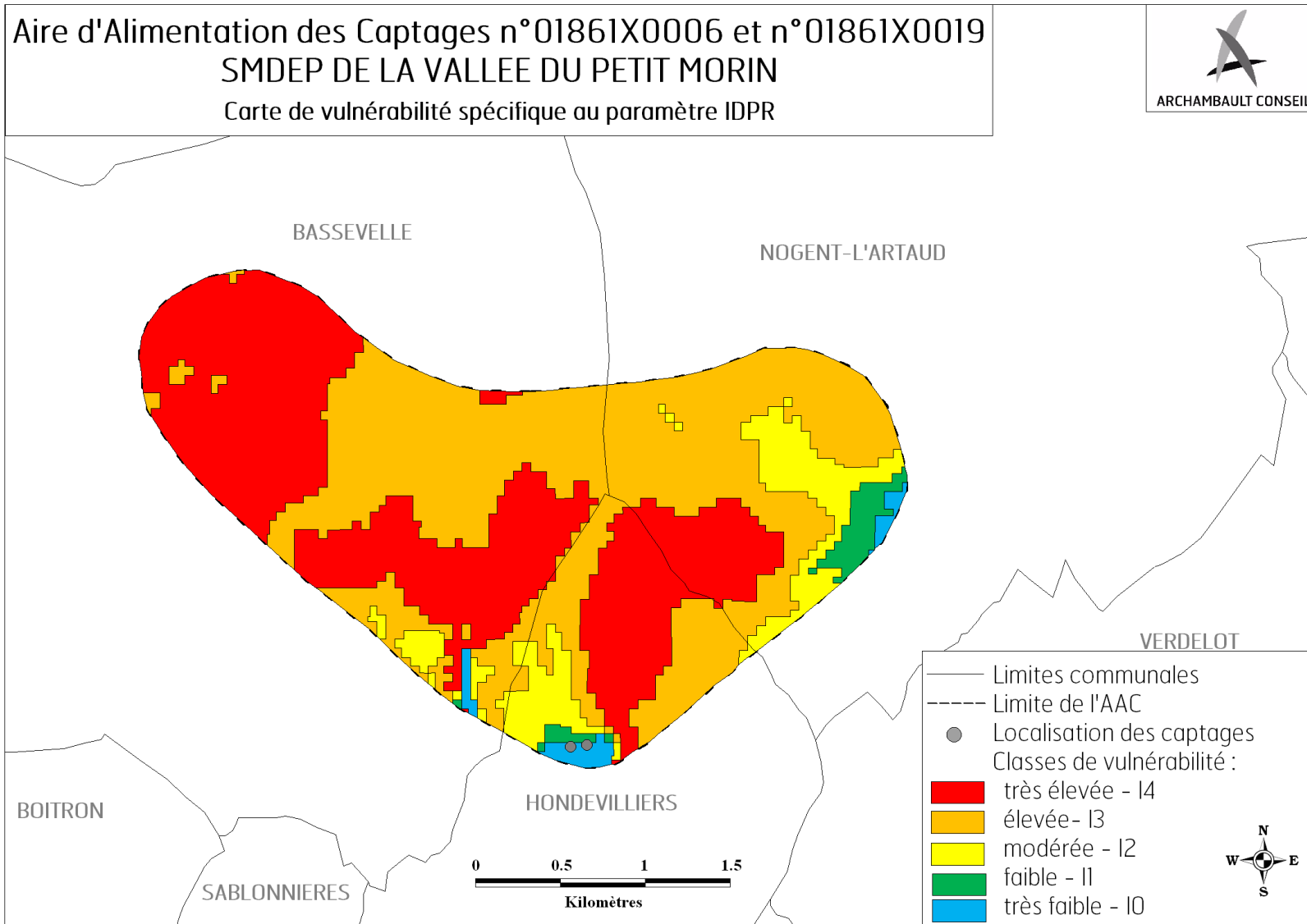
Aire d'Alimentation des Captages n°01861X0006 et n°01861X0019
SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN
Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Sol
obtenue à partir des données de la Chambre de l'Agriculture



ANNEXE 6

Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre d'Indice de persistance des réseaux I

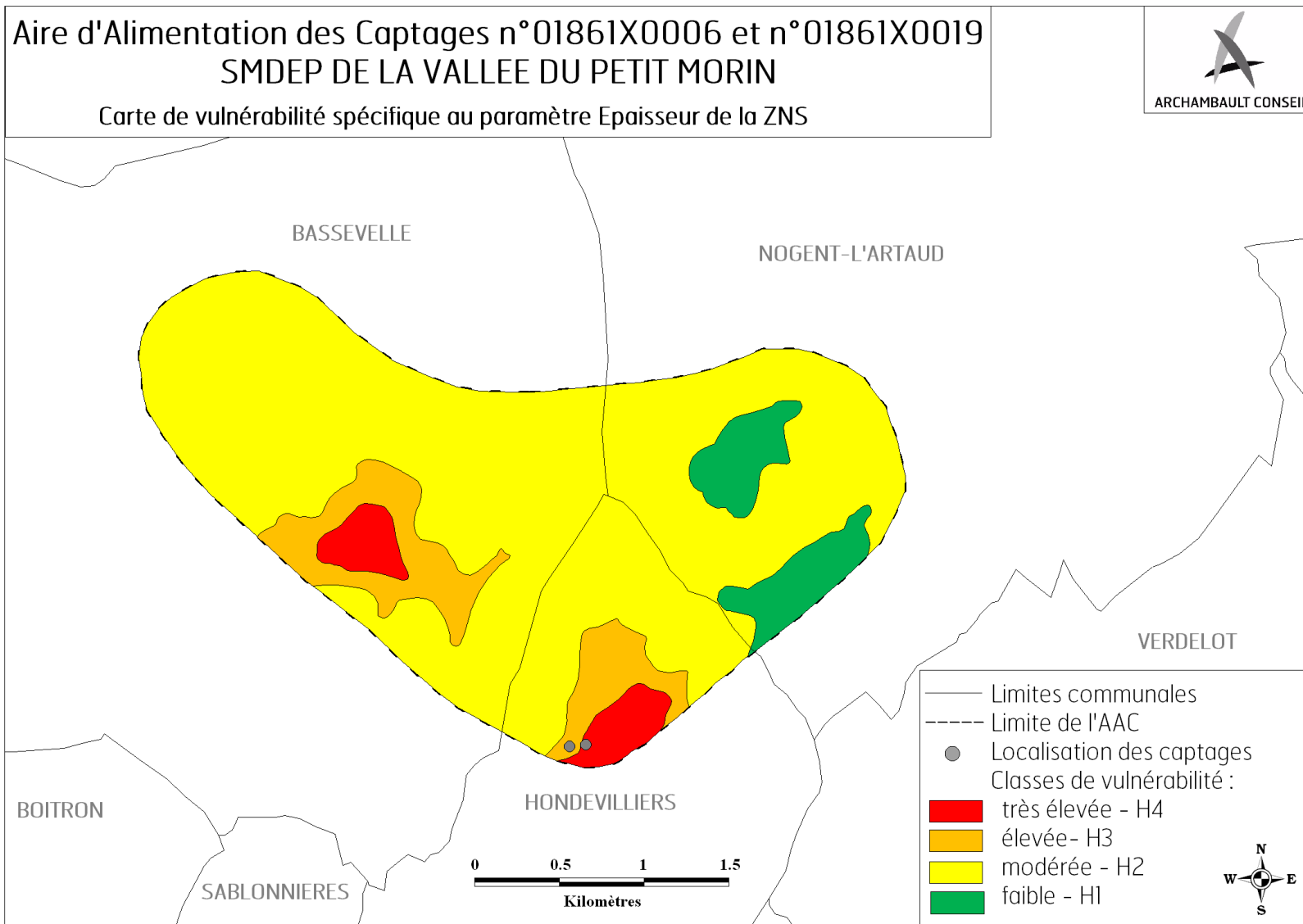




ANNEXE 7

Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre d'épaisseur de la zone non saturée H



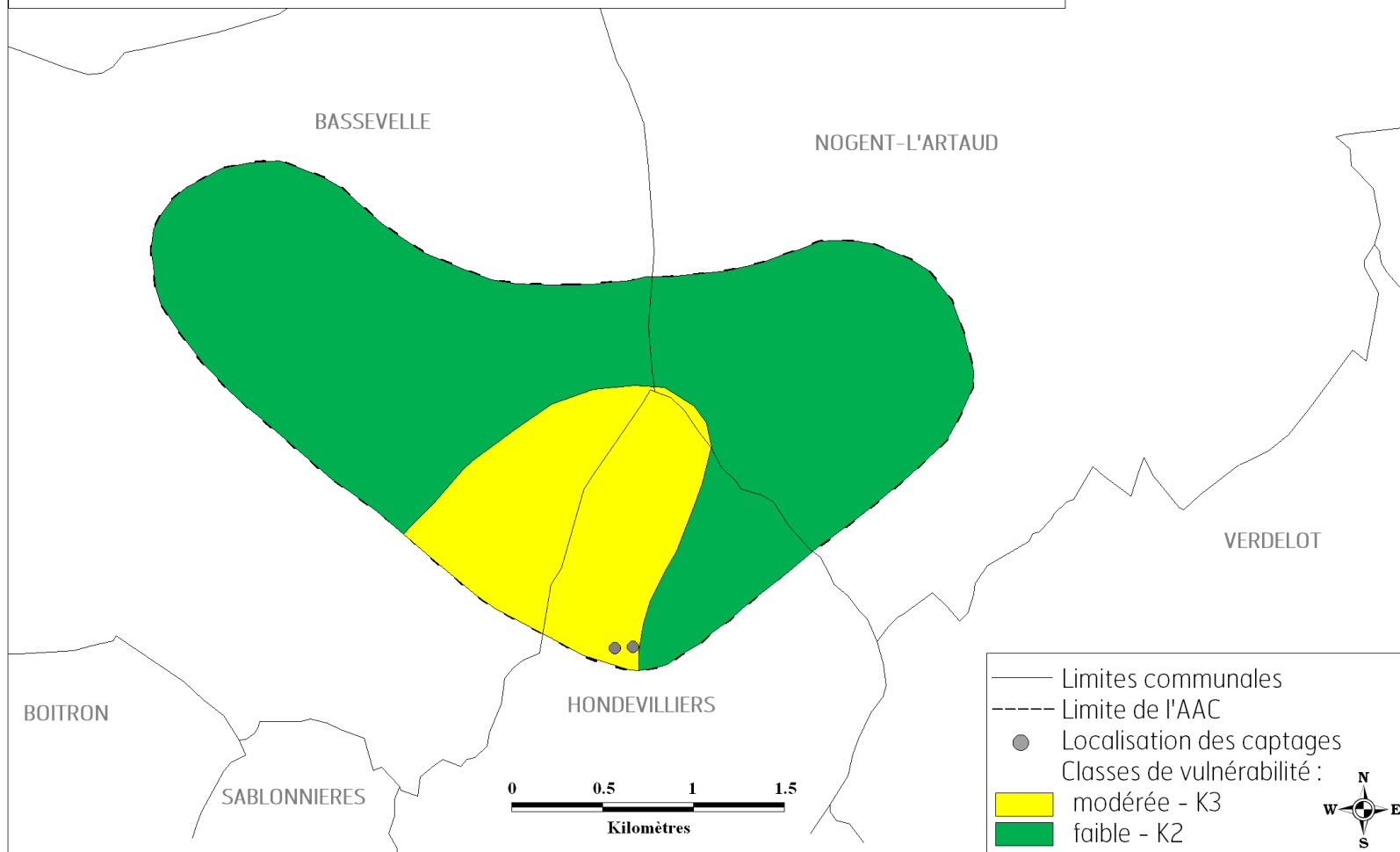


ANNEXE 8

Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre de perméabilité K



Aire d'Alimentation des Captages n°01861X0006 et n°01861X0019
SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN
Carte de vulnérabilité spécifique au paramètre Perméabilité



ANNEXE 9

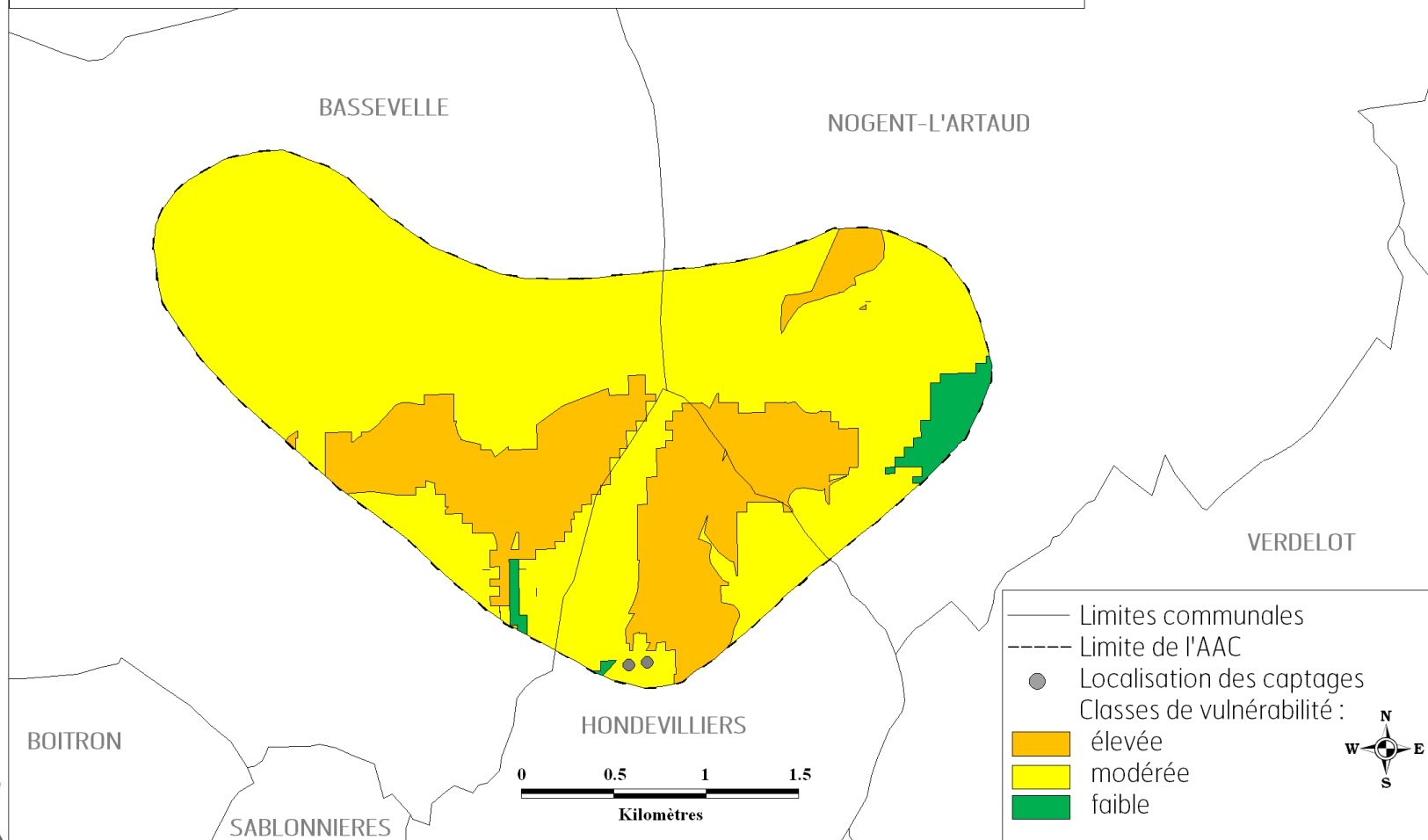
Cartes de Vulnérabilité Intrinsèque réalisées à partir des données de Terralys



Aire d'Alimentation des Captages n°01861X0006 et n°01861X0019

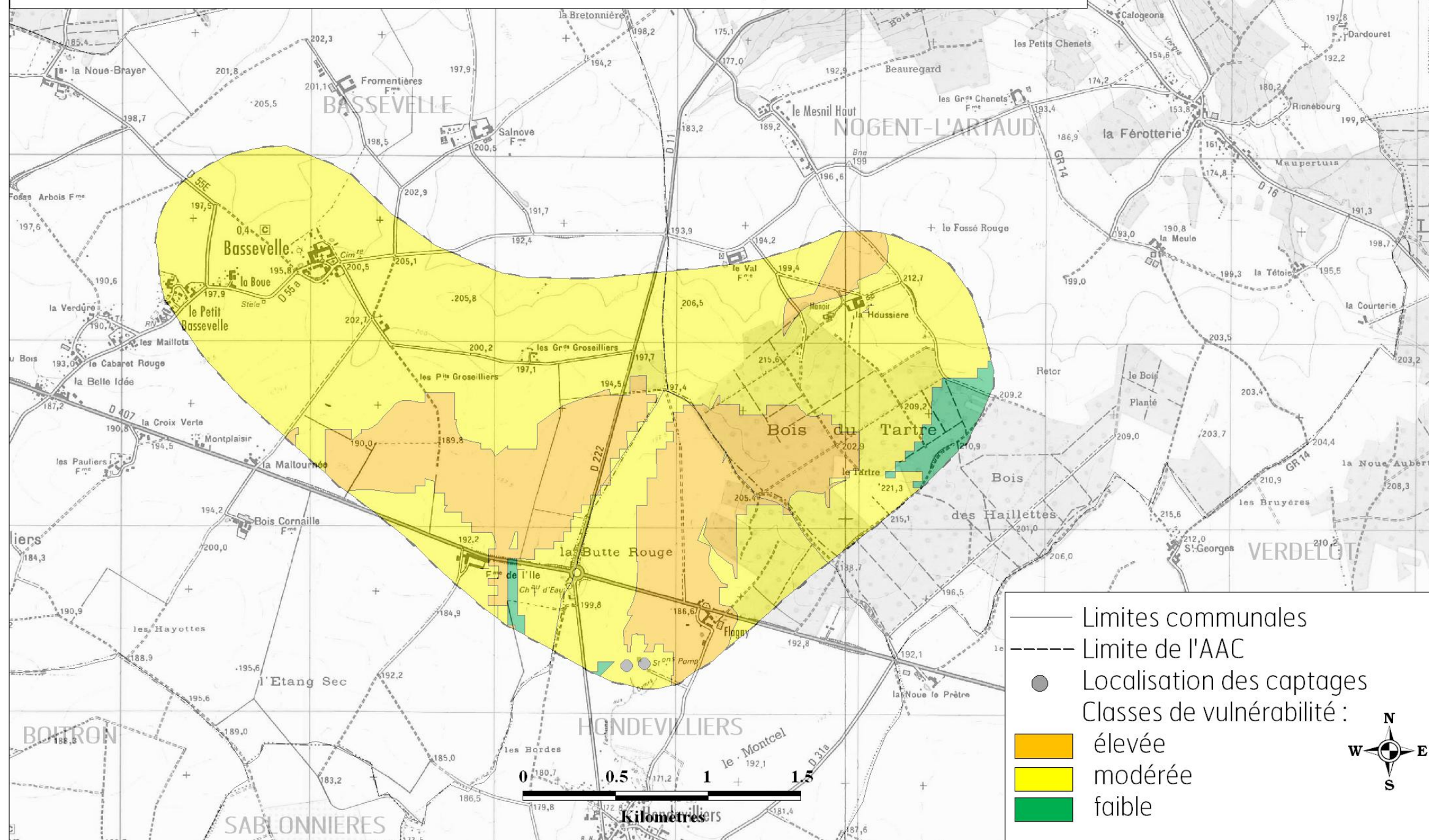
SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN

Carte de vulnérabilité intrinsèque : $V = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K$
obtenue à partir de données de Terralys



Aire d'Alimentation des Captages n°01861X0006 et n°01861X0019 SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN

Carte de vulnérabilité intrinsèque : $V = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K$
obtenue à partir des données de Terralys



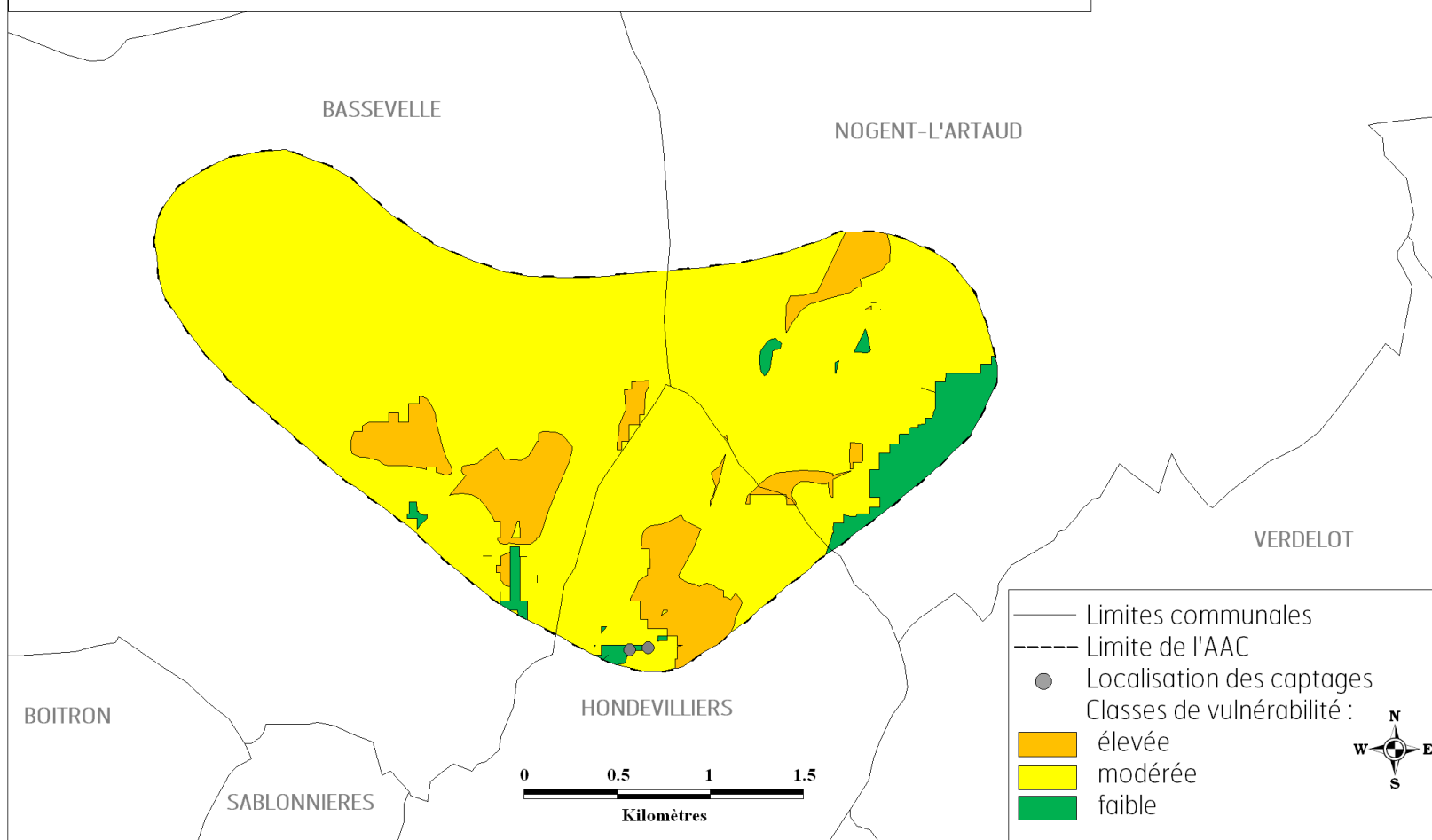
ANNEXE 10

Cartes de Vulnérabilité Intrinsèque réalisées à partir des données de la Chambre de l'Agriculture

Aire d'Alimentation des Captages n°01861X0006 et n°01861X0019

SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN

Carte de vulnérabilité intrinsèque : $V = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K$
obtenue à partir des données de la Chambre de l'Agriculture



Aire d'Alimentation des Captages n°01861X0006 et n°01861X0019 SMDEP DE LA VALLEE DU PETIT MORIN

Carte de vulnérabilité intrinsèque : $V = 0,1 P + 0,25 S + 0,3 I + 0,2 H + 0,15 K$
obtenue à partir des données de la Chambre de l'Agriculture

