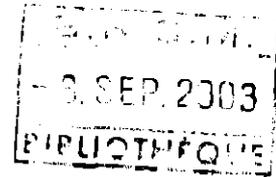


Document public



***Pilote de l'inventaire historique régional
Haute-Normandie des bétouilles, itinéraires souterrains
des eaux (traçages) et exutoires***

Rapport final

BRGM/RP-52423-FR

juin 2003

**Etude réalisée dans le cadre des opérations
de Service Public du BRGM 02EAU229**

**E. Equilbey
avec la collaboration de M. Boudet**



FEDER



MINISTÈRE DE
L'ÉCOLOGIE ET DU
DÉVELOPPEMENT DURABLE



AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Mots clés : Méthodologie, base de données, aquifère de la craie, karst, perte, bétoire, traçage, exutoire, source, AEP, Haute-Normandie.

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

Boudet M., Equilbey E. (2003) – Pilote de l'inventaire historique régional Haute-Normandie des bétoires, itinéraires souterrains des eaux (traçages) et des exutoires – Rapport final . Rap. BRGM/RP-52423-FR, 117 p., 53 fig., 1 ph., 40 tabl., 3 ann.

Synthèse

A l'initiative du BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières), et sous l'impulsion du Pôle de Compétences Sol et Eau de Haute-Normandie, il est envisagé de réaliser un inventaire historique régional en Haute Normandie des éléments connus du karst de la craie, pour :

- récupérer toutes les données concernant le karst de la craie en Haute-Normandie, et les archiver au sein d'un même réservoir numérique (support papier associé) ;
- pouvoir utiliser ces données dans un système d'information géographique (SIG) ;
- mieux comprendre le fonctionnement du système karstique et ainsi améliorer la prévention contre les dégradations de la qualité chimique de l'aquifère crayeux (turbidité, nitrates, pesticides), notamment pour les captages AEP.

Compte tenu, de l'ampleur estimée du travail d'inventaire, des incertitudes quant aux nombreuses données bibliographiques existantes mais éparses (nombre et volume, état, accès, localisation...), il a été décidé de préparer l'inventaire régional par une phase pilote, objet du présent rapport.

La phase pilote, objet du présent rapport a permis :

- de créer l'outil d'inventaire (bordereaux de saisie papier puis base Access), le tester et le valider avec des données réelles (guide utilisateur de la base : RP-52343-FR).
- d'estimer les temps de dépouillement des différents objets à inventorier (bétoires ou pertes, exutoires et traçages)
- après examen des principaux fonds bibliographiques publics de la région, d'évaluer les volumes d'archives bibliographiques et estimer le nombre des différents éléments à déstocker, afin de pouvoir chiffrer le temps nécessaire à la compilation de toutes les données bibliographiques existantes
- de chiffrer plus précisément les coûts, délais et planning de l'inventaire régional.

Après cette phase de préparation, le projet d'inventaire régional haut-normand des bétoires, traçages et exutoires s'articule en deux volets successifs de chacun 3 ans de durée :

- la phase bibliographique,
- la phase de terrain.

La phase bibliographique consiste pour l'essentiel du travail en la compilation des données bibliographiques (830 j de travail), mais aussi en un transfert de la base Access sous Oracle et le développement d'un serveur Web associé, la mise en place et la validation de protocoles de mise à jour de la base par les données nouvelles arrivant après le déstockage initial et enfin les rapports annuels d'avancement et rapport final. Cette première phase est estimée à un montant total H.T de près de 530 KEuros.

La phase terrain consiste pour l'essentiel du travail en une visite terrain systématique sur l'ensemble des communes de Haute-Normandie pour validation (2860 j de travail), complément et recollement des informations. Ce volet intègre également la poursuite de la mise à jour de la base par les nouvelles données bibliographiques externes, et les rapports d'avancement et final associés.

Cette seconde phase terrain est estimée à un montant total H.T de près de 985 KEuros.

L'ensemble du projet d'inventaire régional haut-normand des béttoires, traçages et exutoires atteint pour une durée de réalisation de 6 ans un montant total d'un peu plus de 1.5 million d'Euros Hors Taxes, soit 1.81 millions d'Euros Toutes Taxes Comprises.

Une première valorisation des données déjà saisies dans la base béttoire a été réalisée dans le présent rapport. L'échantillonnage des données déjà saisies n'étant pas représentatif, tous les documents issus de cette valorisation (bilan statistique, cartes) n'ont qu'une valeur illustrative. Ces illustrations offrent un premier aperçu des possibilités de valorisation qui pourraient être déduites de l'inventaire régional.

Sommaire

1	INTRODUCTION.....	11
1.1	ARGUMENTS MOTIVANT L'INVENTAIRE REGIONAL	11
1.2	CADRAGE DE LA PHASE PILOTE.....	11
2	GÉNÉRALITÉS SUR LE CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE HAUT NORMAND. 13	
2.1	RAPPELS DE QUELQUES DÉFINITIONS.....	13
2.2	L'AQUIFERE CRAYEUX EN HAUTE NORMANDIE.....	16
2.2.1	Réservoir aquifère crayeux.....	16
2.2.2	Relations entre les accidents géologiques et la fissuration de la craie, valeurs de la perméabilité, vitesses d'écoulement.....	16
2.2.3	Rôle des différentes parties de l'aquifère, relations entre le milieu poreux et les réseaux « karstiques ».....	18
2.2.4	Tracé de la surface piézométrique, relations nappe/rivière, types de sources.....	19
2.2.5	Alimentation de la nappe de la craie, valeurs de l'infiltration, types de fluctuation de la nappe.....	20
2.2.6	Exploitation de l'aquifère de la craie.....	21
2.2.7	Alimentation de quelques grandes villes de Haute Normandie.....	22
3	BASE DE DONNÉES.....	23
3.1	CONCEPTION DE LA BASE DE DONNÉES	23
3.2	CONSTRUCTION INFORMATIQUE DE LA BASE DE DONNÉES	24
3.2.1	Principales étapes de la construction.....	24
3.2.2	Descriptif général de la base informatique	24
4	TEST ET SAISIE DANS LA BASE ACCESS.....	27
4.1	TEST ET VALIDATION.....	27
4.2	DONNÉES ET ZONE D'ÉTUDE.....	27
4.3	BILAN DE LA SAISIE :.....	28
4.4	ESTIMATION DES TEMPS DE DÉPOUILLEMENT.....	29
5	RAPIDE BILAN DE LA SAISIE.....	31
5.1	BILAN BIBLIOGRAPHIQUE.....	31

5.2	RÉPARTITION DES FICHES PAR COMMUNE DE LA ZONE D'ETUDE	33
5.3	BÉTOIRES	36
5.3.1	Localisation des points saisis de bétoires	36
5.3.2	Type de perte	36
5.3.3	Etat des bétoires.....	40
5.3.4	Type d'anthropisation	42
5.3.5	Fonctionnalité des bétoires	45
5.3.6	Bétoire à fort impact potentiel	47
5.3.7	Contexte géomorphologique.....	50
5.4	EXUTOIRES	52
5.4.1	Recensement des exutoires	52
5.4.2	Caractéristique des exutoires	54
5.5	TRAÇAGES	63
5.5.1	Traçages par date d'injection.....	63
5.5.2	Traçages par type de traceur	64
5.5.3	Traçages par nombre de point de suivi.....	65
5.5.4	Traçages par type de traçage	66
5.5.5	Traçage par type d'analyse.....	66
5.5.6	Traçages par type d'équipement.....	67
5.5.7	Traçage par type de lien	69
5.5.8	Traçages par famille de vitesse	75
6	ESTIMATION DES FONDS BIBLIOGRAPHIQUES ET VOLUMES DE DONNÉES	78
6.1	EXAMEN DES FONDS.....	78
6.2	ESTIMATION DU TEMPS DE DÉPOUILLEMENT	79
7	CHIFFRAGE	82
7.1	ESTIMATION DES COÛTS	82
7.2	PLANNING PROPOSÉ (DÉLAIS).....	87
8	CONCLUSION.....	89
	ANNEXES :	93

Liste des illustrations

Figure 1 : Modelé karstique.....	13
Figure 2 : Schéma d'une bétoire (DOUYER, 2000).....	14
Figure 3 : Type d'origine bibliographique des points	32
Figure 4 : Densité des bétoires par commune de la zone d'étude.....	35
Figure 5 : Densité des exutoires par commune de la zone d'étude	35
Figure 6 : Répartition des points de bétoires saisis en zone d'étude.....	37
Figure 7 : Type de perte.....	37
Figure 8 : Répartition des pertes par nature (total et zone test).....	38
Figure 9 : Fonctionnement isolée des bétoires ou non	39
Figure 10 : Fonctionnement isolé ou non des bétoires	39
Figure 11 : Répartition des bétoires par état	40
Figure 12 : Répartition des bétoires par état et par nature (base totale et zone test).....	41
Figure 13 : Répartition des bétoires par type d'anthropisation.....	42
Figure 14 : Etat des bétoires, avec précision le cas échéant du type d'anthropisation ...	44
Figure 15 : Fonctionnalité des bétoires	45
Figure 16 : Caractérisation des bétoires de la zone d'étude selon	46
Figure 17 : Comparaison des pourcentages des traçages positifs sur les	47
Figure 18 : Nature des eaux d'engouffrement dans les bétoires.....	48
Figure 19 : Bétoires tracées	49
Figure 20 : Bétoires tracées positivement, en relation avec un AEP et/ou avec des eaux d'engouffrement susceptibles d'impact	49
Figure 21 : Répartition des bétoires par géomorphologie.....	50
Figure 22 : Géomorphologie des bétoires sur la zone d'étude.....	51
Figure 23 : Répartition des exutoires sur la zone d'étude.....	53
Figure 24 : Exutoire isolé ou en groupe.....	54
Figure 25 : Contexte du point d'émergence.....	54
Figure 26 : Contexte ponctuel d'émergence.....	55
Figure 27: Nature des sources	56
Figure 28 : Contexte géomorphologique	57
Figure 29°: Classes de source	57
Figure 30 : Utilisation des exutoires	58
Figure 31 : Utilisation des exutoires sur la zone d'étude.....	59

Figure 32 : Aménagement des exutoires.....	59
Figure 33 : Fonctionnalité des exutoires.....	60
Figure 34 : Classes de débits des exutoires.....	61
Figure 35 : Nombre de restitution observée de traceurs sur les exutoires	62
Figure 36 : Histogramme des dates de traçages :.....	63
Figure 37 : Type de traceur utilisé.....	64
Figure 38 : Nombre de points de suivi.....	65
Figure 39 : Type de traçage	66
Figure 40 : Type d'analyse réalisée pour les traçages	67
Figure 41 : Type d'équipement de suivi utilisé pour les traçages.....	68
Figure 42 : Points de suivis positifs et négatifs.....	69
Figure 43 : Traçages positifs et négatifs.....	69
Figure 44 : Carte des traçages (positifs et négatifs)	70
Figure 45 : Nombre de traçages réalisés sur les points d'injection et les points de restitution de la zone d'étude	70
Figure 46 : Type de lien selon le type de traçage.....	71
Figure 47 : Type de lien des traçages selon le type d'analyse effectuée	72
Figure 48 : Type de lien des traçages selon le type d'équipement utilisé	73
Figure 49 : Type de lien constaté et durée d'observation	74
Figure 50 : Diagramme des vitesses observées.....	75
Figure 51 : Famille de vitesses pour les traçages positifs.....	76
Figure 52 : Diagramme du nombre des pics de restitution du traceur.....	77
Figure 53 : Nombre de pics de restitution sur les traçages positifs.....	77
Photo 1 - Exemples de bétoire (d'après DOUYER, 2000)	14
Tableau 1 : Estimation des temps de dépouillement des données	29
Tableau 2 : Bilan bibliographique	31
Tableau 3 : Résultats sur la zone d'étude	34
Tableau 4 : Répartition des pertes par nature	36
Tableau 5 : Fonctionnement isolé ou groupé des pertes.....	38
Tableau 6 : Répartition des bétoires par état.....	40
Tableau 7 : Répartition des bétoires par état et par nature.....	40

Tableau 8 : Recensement des bétoires anthropisées.....	42
Tableau 9 : Répartition des bétoires par type d'anthropisation.....	42
Tableau 10 : Fonctionnalité des bétoires.....	45
Tableau 11 : Recensement des bétoires ayant fait l'objet d'un traçage.....	47
Tableau 12 : Quelques caractéristiques principales des bétoires tracées positivement...	48
Tableau 13 : Contexte géomorphologique des bétoires	50
Tableau 14 : Exutoires recensés.....	52
Tableau 15 : Contexte ponctuel d'émergence	55
Tableau 16 : Nature de l'émergence	55
Tableau 17 : Contexte géomorphologique.....	56
Tableau 18 : Classes de source.....	57
Tableau 19 : Utilisation des exutoires.....	58
Tableau 20 : Aménagement des exutoires.....	59
Tableau 21 : Fonctionnalité des exutoires.....	60
Tableau 22 : Classes de débits des exutoires	61
Tableau 23 : Pourcentage d'atteinte d'un débit minimum.....	61
Tableau 24 : Répartition des traçages par date.....	63
Tableau 25 : Type de traceurs utilisés.....	64
Tableau 26 : Nombre de points de suivi	65
Tableau 27 : Type de traçage	66
Tableau 28 : Type d'analyse réalisée pour les traçages.....	66
Tableau 29 : Type d'équipement de suivi utilisé pour les traçages.....	67
Tableau 30 : Nombre d'échantillons.....	68
Tableau 31 : Traçages positifs et négatifs.....	69
Tableau 32 : Points de suivis positifs et négatifs	69
Tableau 33 : Type de lien selon le type de traçage	71
Tableau 34 : Type de lien des traçages selon le type d'analyse effectuée	72
Tableau 35 : Type de lien des traçages selon le type d'équipement utilisé.....	73
Tableau 36 : Type de lien constaté et durée d'observation	74
Tableau 37 : Répartition des vitesses par classes.....	75
Tableau 38 : Nombre de pics de restitution lors du traçage.....	76
Tableau 39 : Evaluation des temps à consacrer au dépouillement de l'ensemble des fonds bibliographiques.....	79
Tableau 40 : Planning proposé	88

Liste des annexes

Annexe 1 : Compte-rendu de la réunion finale du comité de pilotage du pilote d'inventaire régional Haute Normandie des bétoire, traçages et exutoires	75
Annexe 2 : Dernier compte-rendu d'avancement de la phase pilote (fourni en cours de projet)	85
Annexe 3 : Liste des références bibliographiques déjà déstockées.....	89

1 Introduction

1.1 ARGUMENTS MOTIVANT L'INVENTAIRE REGIONAL

La plupart des captages d'eau potable (AEP) de Haute-Normandie sont situés sur les zones « productives » de la craie, c'est-à-dire au niveau des écoulements d'eau en relation avec le milieu fissural / karstique. Le milieu karstique permet, grâce aux points d'entrée de l'eau situés en surface (« bétoire »), à des eaux turbides (et/ou soumises à d'autres altérations : nitrates, pesticides, ...) de pénétrer dans la nappe de la craie.

Face à ces difficultés d'assurer de manière permanente une bonne qualité chimique des eaux de distribution, il devient nécessaire de mieux comprendre comment est organisé le milieu fissural / karstique de la région. Aussi, la connaissance de la répartition des bétoires, des itinéraires souterrains (traçages), et des exutoires terminaux est indispensable pour une meilleure gestion de la qualité et de la quantité des eaux souterraines de la craie.

La base « bétoire – traçage – exutoire » a été créée pour répondre aux objectifs suivants :

- récupérer toutes les données concernant le karst de la craie en Haute-Normandie et les archiver au sein d'un même réservoir numérique (support papier associé) ;
- pouvoir utiliser ces données dans un système d'information géographique (SIG) ;
- disposer d'un outil permettant d'améliorer la compréhension du fonctionnement du système karstique et ainsi améliorer la prévention contre les pollutions de la nappe, notamment pour les captages AEP.

Ainsi, cet inventaire pourra permettre :

- de mieux gérer la qualité des eaux souterraines et des AEP,
- d'améliorer la définition des périmètres de protection et des aménagements à créer,
- d'individualiser des secteurs sensibles afin de les traiter : équipement de bétoires sensibles pour activation d'un maillage et arrêt momentané d'AEP fragiles.

1.2 CADRAGE DE LA PHASE PILOTE

Compte tenu :

- des nombreuses incertitudes quant aux nombreuses données bibliographiques existantes mais éparées, disponibles en bibliographie (nombre et volume, état, accès, localisation...)
- de l'ampleur estimée du travail d'inventaire (près de deux milles sources, au moins plusieurs centaines de traçages, et un nombre indéterminé de bétoires, mais dépassant au moins la dizaine de millier de points), demandant a priori plusieurs années de réalisation ,

il a été décidé dans une phase pilote, objet du présent rapport, pour préparer l'inventaire régional proprement dit, de :

- concevoir, construire, tester et valider l'outil d'inventaire (base de données), à l'aide de données réelles,
- préciser les temps de dépouillements et de saisie dans l'outil informatique,
- évaluer les principaux fonds bibliographiques publics régionaux pour préciser les volumes de documents à déstocker, le nombre de données à saisir, et au total, le temps nécessaire au déstockage de ces fonds,
- chiffrer plus précisément l'inventaire en terme de temps, coûts, délais et planning.

Ainsi, sur l'initiative du BRGM et sous l'impulsion du Pôle de Compétences Sol et Eau de Haute-Normandie, un pilote de la base de données concernant le karst en Haute-Normandie (base « bétoire – traçage – exutoire ») a été élaboré par le BRGM dans le cadre de sa mission de service public, au cours de l'année 2002-2003. Le financement de cette opération est réparti entre l'AESN, le FEDER (suivi par la DIREN Haute-Normandie) et le BRGM.

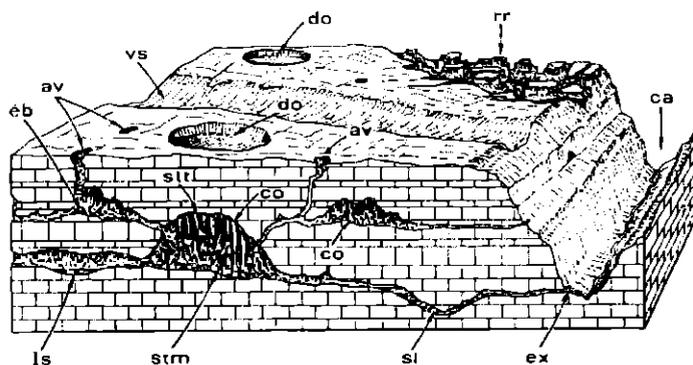
Le comité de pilotage du projet est constitué des membres suivants : le Pôle de Compétences Sol et Eau de Haute Normandie (représenté par la DDAF 27 et la DISE 76), le BRGM, l'Agence de l'Eau (Délégation Seine Aval), la DIREN de Haute-Normandie, le Conseil Général de l'Eure, le Conseil Général de Seine-Maritime, le Conseil Régional de Haute-Normandie, l'Université de Rouen (laboratoire de géologie).

2 Généralités sur le contexte hydrogéologique haut normand

2.1 RAPPELS DE QUELQUES DEFINITIONS

Notion de karst : le karst est un paysage résultant de processus particuliers d'érosion (la karstification). Ces processus sont commandés par la dissolution des roches carbonatées (calcaires et dolomies) constituant le sous-sol des régions concernées. C'est l'eau de pluie infiltrée dans ces roches qui assure cette dissolution. L'eau acquiert l'acidité nécessaire à la mise en solution de la roche en se chargeant de gaz carbonique (CO₂) produit dans les sols par les végétaux et les colonies bactériennes. Le paysage de surface, constitué en général de dépressions fermées (appelées dolines, pour les petites, et poljés, pour les plaines d'inondation), est associé à un paysage souterrain, dont les grottes et les gouffres parcourables par l'homme font partie. Dans le milieu crayeux, le développement du système karstique est limité et plutôt discret : les conduits karstiques sont souvent de taille réduite, et colmatés (les grands volumes de vides sont rares).

Le karst est par conséquent un paysage original, crée par les écoulements d'eau souterraine. L'eau circule en son sein, s'y accumule et émerge par des sources aux débits souvent considérables, mais très fluctuants dans le temps. Le karst engendre donc un milieu aquifère spécifique, l'aquifère karstique.



Av : aven ou bétoire – ca : canyon – do : doline – éb : éboulis – ls : lac souterrains alimenté par une rivière souterraine – rr : relief ruiniforme – si : siphon – stm : stalagmite – stl : stalactite – vs : vallée sèche.

(Foucault A., Raoult J.F., 1980)

Figure 1 : Modelé karstique

Notion d'aquifère : Un aquifère est une formation géologique possédant une perméabilité suffisante pour que l'eau souterraine puisse y circuler. Un aquifère libre est constitué d'une zone non saturée (ou zone d'infiltration), dont les vides, occupés par de l'air, sont parcourus par de l'eau, et une zone noyée ou saturée (ou nappe aquifère), dont tous les vides sont remplis d'eau. Si la porosité du milieu, c'est à dire le rapport du volume des vides au volume total de la formation, est forte (supérieur à 10%), l'aquifère peut posséder une capacité de stockage intéressante, dont les réserves peuvent être exploitées. La zone d'infiltration est séparée de la zone saturée par la surface de la nappe, dont on mesure le niveau piézométrique. Ce dernier varie en fonction de l'alimentation par l'infiltration et de la vidange naturelle, par les sources ou au profit d'autres aquifères, et de la vidange artificielle par les prélèvements (pompage et drainage).

Finalement, le système aquifère karstique, peut se décomposer en trois éléments : les points d'entrée de l'eau (« bétoires »= pertes), les chemins internes au système (mis en évidence par les traçages), et les points de sortie (exutoires).

Définition d'une bétoire : le mot bétoire, appelé « bois-tout » en cauchois, désigne un orifice naturel qui perce le sol, et dans lequel s'engouffrent les eaux de surface. Une bétoire favorise souvent la pénétration rapide des eaux de ruissellement de surface vers les eaux souterraines, assurant une communication directe entre la surface et le réseau karstique sous-jacent. Il s'agit d'une perte karstique adaptée à la géologie régionale : la bétoire traverse souvent une forte épaisseur de formations superficielles (limons, argiles à silex, ...), avant d'atteindre la craie elle-même. Le terme technique concret pour les points d'infiltration karstique est le mot « **perte** ».

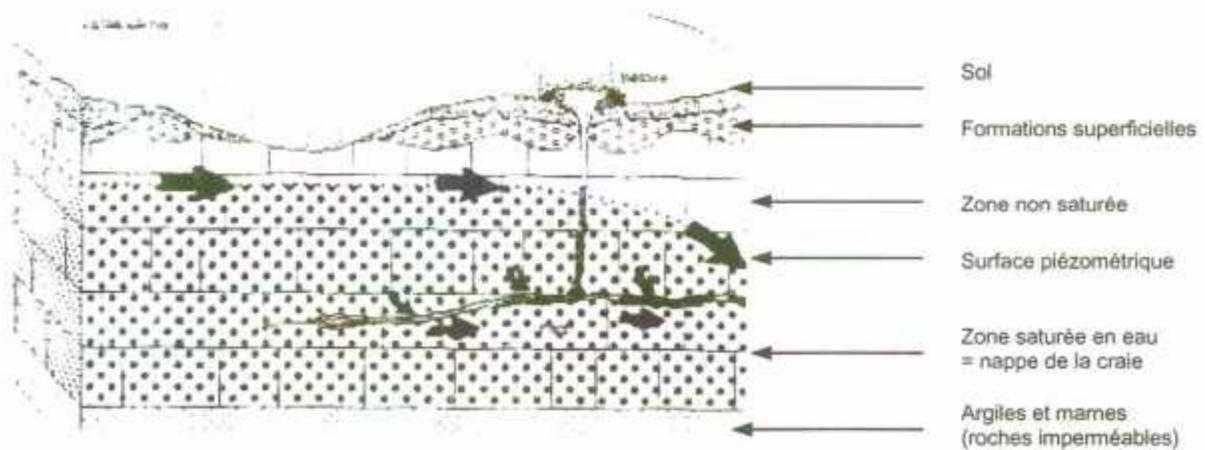


Figure 2 : Schéma d'une bétoire (DOUYER, 2000)

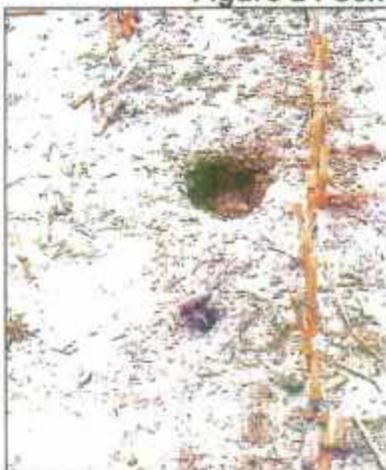


Photo 1 - Exemples de bétoire (DOUYER, 2000)

Définition d'un exutoire : toute issue (source, effluence, drain) par laquelle l'eau d'une nappe s'écoule par gravité hors du système aquifère (MARGAT, 1972).

Les exutoires aériens (sources, drains) sont assez bien connus et ont fait l'objet d'inventaires parfois complet à échelle locale. Les effluences sous alluvions, effluences sous-marines, ou autres effluences occultes, de part leur inaccessibilité en temps normal, ne sont connues qu'à titre ponctuel, mais elles seront également intégrées dans l'inventaire.

Définition d'un traçage : les traçages ont pour finalité de qualifier, à l'aide d'un traceur (colorant, chimique, radioactif, isotopique, bactérien, naturels), un lien hydrogéologique entre deux points : un point d'injection du traceur (en surface) et un point de restitution (en surface ou souterrain). Outre la mise en évidence des relations karstiques entre deux points, les traçages permettent d'obtenir des informations sur :

- la direction de l'écoulement,
- les vitesses d'écoulement,
- la dispersion,
- la porosité effective,
- la transmissivité,
- la localisation des séries perméables dans les aquifères stratifiés.

2.2 L'AQUIFERE CRAYEUX EN HAUTE NORMANDIE.

2.2.1 Réservoir aquifère crayeux

L'aquifère crayeux en Haute Normandie (de La Querrière P., 2000) constitue le principal aquifère de la région. Les deux autres réservoirs, qui sont les calcaires et les sables de l'Eocène sur le plateau de Madrie et les Sables Verts de l'Albien, sont très peu utilisés du fait respectivement d'une faible capacité de production et d'une assez grande profondeur (120 à 200 m). Le premier contient une nappe libre, le second une nappe captive.

La surface de l'aquifère crayeux atteint 12.000 km² environ auxquels il faut soustraire 430 km² (Pays de Bray, estuaire de la Seine, plateau de Madrie). Ses limites sont constituées par 370 km de limites à potentiel constant (Manche, Bresle, Epte, Eure, Avre) ; à l'ouest l'aquifère se prolonge sur le versant oriental de la vallée de la Touques qui constitue une limite d'affleurement.

L'épaisseur de l'aquifère (zone saturée et non saturée), excepté les effets plus ou moins locaux des accidents structuraux, s'accroît d'une cinquantaine de mètres au SW de la région (limite départementale Eure-Calvados-Orne) à plus de 200 mètres dans la majorité du territoire, pour atteindre une valeur maximale supérieure à 300 mètres dans le Vexin. L'ensemble de ces valeurs est réduit par les effets de l'érosion en vallées. On schématise la lithologie des différents horizons ainsi, craie sableuse du Cénomaniens (glauconieuse à la base), craie marneuse du Turonien et du Santonien, craie dolomitisée du Coniacien, craie tendre du Campanien. Dans la réalité, les cuttings des forages montrent une grande variation lithologique avec des séquences de bancs donnant des débris très durs ou de craie molle ou de galets de craie durcie englobés dans une matrice pâteuse.

2.2.2 Relations entre les accidents géologiques et la fissuration de la craie, valeurs de la perméabilité, vitesses d'écoulement.

Les principaux accidents structuraux, qui affectent le sous-sol crayeux sont l'anticlinal du Bray, la faille de la Seine qui s'écarte de la vallée à Rouen pour passer à Pavilly, Lillebonne, Bolbec et Fécamp et se prolonger dans la Manche avec une direction E-W, l'anticlinal de Bourghéroulde et son compartiment axial effondré, la faille de Pont-Authou/Cormeilles/Blangy-le-Château. D'autre part, on suppose l'existence d'une flexure au niveau de la vallée de l'Eure et d'accidents orientés NW-SE au Neubourg et à Saint.-André-de-l'Eure, responsables de l'approfondissement de la nappe vers la rivière Eure. De nombreux autres accidents géologiques, connus et répertoriés sur les cartes géologiques ou estimés probable par une argumentation hydrogéologique ou morphologique affectent l'aquifère. On rappelle aussi que les assises crayeuses du Vexin sont affectées par de nombreuses ondulations anticlinales et synclinales qui se prolongent vers le NW et provoquent une certaine fissuration du milieu.

La texture de la craie est modifiée par ces phénomènes : en effet, à chaque fois que les levés cartographiques ou des études ont pu mettre en évidence un accident géologique, une zone de fissures et souvent de circulation rapide des eaux souterraines est apparue. Le tracé des rivières est calqué sur des accidents armorico-varisques ou leur conséquence, accidents réactivés au cours du Cénozoïque (compressions pyrénéenne puis alpine). On peut raisonnablement penser que les processus d'altération physico-chimique et mécanique de la craie ont affecté préférentiellement les niveaux et les

compartiments broyés par les rejeux tectoniques alpins. La craie a été altérée par ces phénomènes sur l'ensemble de sa surface lors des phases d'exondation, sur une grande épaisseur, pour constituer la Formation Résiduelle à Silex (à laquelle se sont mélangées d'autres formations). Le contact Craie/Formation résiduelle à silex a une allure de tôle ondulée, et on a pu constater, au hasard des sondages que les poches importantes d'argile à silex correspondent à des zones très fissurées de craie en dessous bordées « d'épis » de craie durcie. L'épaisseur de cette Formation Résiduelle à Silex varie normalement de 10 à 25 m, mais il existe des poches atteignant 50 m de profondeur. Cette formation existe dans toute la région mais elle disparaît peu à peu dans le NE de la Seine Maritime. On ne la trouve pas en Picardie et en Champagne. Elle a été découverte par sondages sous quelques mètres de graviers alluvionnaires, dans les hautes vallées de la Risle, de l'Iton et de l'Avre, sur des épaisseurs de plus de 10 mètres parfois, alors qu'elle est absente dans la partie inférieure de ces cours d'eau et sous la rivière Eure

La craie est un milieu mixte, poreux, fissuré, et « karstique ». Lorsque la craie est compacte (sous les plateaux et à grande profondeur), les eaux s'écoulent dans les pores intergranulaires qui ont des dimensions de l'ordre du micron. Les valeurs de perméabilité sont égales ou inférieures à 1×10^{-6} m/s. Les vitesses de circulation de la nappe sont de l'ordre de 1 à 10 mètres par an. Dans les vallées sèches et humides, des fissures d'ouverture millimétrique voire centimétrique affectent ce milieu, mais il est encore assimilable à un milieu poreux car les écoulements ont un régime laminaire et respectent la loi de Darcy. Les perméabilités ont des valeurs comprises entre 1×10^{-5} et 1×10^{-3} m/s. Les vitesses d'écoulement atteignent plusieurs dizaines et même plusieurs centaines de mètres par an. Lorsque l'ouverture des fissures s'agrandit et que les conditions de charge le permettent, le régime d'écoulement devient turbulent, avec des vitesses atteignant plusieurs centimètres à la seconde. Les écoulements obéissent à d'autres lois que celles de Darcy et parfois à d'autres conditions (flux) que les conditions de pression. Ces réseaux sont connus dans toute la région recouverte par la craie, mais ils n'intéressent que certains talwegs, certaines vallées sèches et humides, et n'occupent qu'une petite partie de l'aquifère. Le passage d'un milieu fissuré assimilable à un milieu poreux vers un réseau « karstique » est parfois très brusque comme l'indique l'exemple du réseau de la vallée des Ecameaux à Elbeuf. L'examen vidéo caméra montre en effet un réseau sous forme d'un tube de diamètre égal à 800 mm inclus dans une craie très dure et peu fissurée (production d'eau de l'ordre de $30 \text{ m}^3/\text{h}$) qui occupe le reste de la vallée concernée. Ce type de coexistence a été rencontré à Saint-Aubin-Epinay, à l'est de Rouen dans la vallée de l'Aubette. Une campagne de recherche d'eau en 1972 a montré que la craie du Turonien est peu perméable (production d'eau de quelques mètres cubes par heure) dans toute la partie amont de la vallée de l'Aubette, sur une longueur de plus de 1 km et sur une largeur supérieure à 100 mètres, sauf dans un conduit de dimension probablement métrique, qui parcourt des talwegs (Fond des Corrons, Fonds de Fresne, les Longs Vallons). Ailleurs, la craie est très fissurée dans sa masse (les foreurs l'appellent la craie pourrie) comme dans la vallée de la Risle à Ajou, à la Vieille Lyre, mais parfois sur une faible épaisseur (La Houssaye).

En règle générale, la fissuration affecte les horizons superficiels. En plateau dans la zone non saturée, son épaisseur ne dépasse pas quelques mètres sous le contact Formation résiduelle à silex/Craie. En vallée sèche, elle existe dans les premiers 20 mètres sous la surface de la nappe. En vallée humide, les épaisseurs de craie fissurée s'accroissent pour atteindre dans la vallée de la Seine des valeurs de 50 mètres si ce n'est parfois plus. A grande profondeur (l'ordre de 150 m), la craie devient tellement compacte qu'aucun vide (fissure ou pore) ne contient d'eau libre donnant lieu à des écoulements. La craie forme à donc partir d'une certaine profondeur le substratum de la nappe d'eau qu'elle contient.

On rappelle que du gaz liquéfié est stocké en galeries vers 150 m de profondeur à Grand-Couronne (76). L'épaisseur de la zone fissurée sous le niveau moyen de la nappe est réduite à 3 ou 4 mètres dans le talus qui borde le lit majeur de la Seine (Saint-Pierre-les-Elbeuf, Venables) et la productivité des ouvrages chute de plus de 60 % lorsque le niveau de la nappe baisse. Ce même phénomène d'épaisseur réduite de la zone fissurée se produit sur certains tronçons amont des vallées de la Risle et de la Charentonne. Sous les plateaux du Vexin, on a des indices a priori sérieux, pour admettre l'existence de niveaux productifs vers 100 m de profondeur. A Saint-Vigor-d'Ymonville, près du Havre, on a rencontré un réseau « karstique » à la cote -15 m NGF dans la craie, sous la falaise bordant la vallée de la Seine. Cette donnée ajoutée au constat d'existence de cavités résiduelles dans la falaise montre que la « karstification » de la craie s'est déroulée pendant toute une grande partie du Quaternaire.

2.2.3 Rôle des différentes parties de l'aquifère, relations entre le milieu poreux et les réseaux « karstiques ».

Le rôle des différentes parties de l'aquifère est différent. Le milieu poreux a une fonction essentiellement capacitive, pour lequel on admet généralement une capacité d'emmagasinement de 5 à 10%. Des interprétations de pompages d'essai plus ou moins partiels ont permis d'estimer les transmissivités à des valeurs inférieures ou égales à 1×10^{-5} m²/s. Les zones de fissuration se trouvent dans les vallées sèches et humides et sont plus ou moins hiérarchisées ; les valeurs de transmissivité atteignent couramment 1×10^{-2} m²/s jusqu'à 3 ou 4×10^{-2} m²/s. Ces zones drainent la nappe et ont surtout une fonction conductrice. Lorsque l'ouverture de ces fissures s'agrandit, les écoulements deviennent turbulents avec des vitesses d'écoulement analogues à celles des cours d'eau. Ces zones karstifiées sous l'action de l'érosion drainent la nappe. Leur ouverture est pluri-décimétrique en général. Mais des prospections ont montré qu'elles pouvaient atteindre des dimensions de plusieurs mètres (Yport, vallée de l'Iton sec, Fauville-en-Caux, Montigny). Ces réseaux communiquent localement avec la surface du sol par des dolines (bétoires) qui se forment d'abord par érosion interne des voûtes instables des conduits (lorsque ceux-ci atteignent une poche d'argile ou de la craie altérée), puis, une fois l'affaissement du sol initié, par accentuation du phénomène par les eaux de ruissellement. En période de pluie importante et lors du déclenchement de ruissellements, les eaux s'engouffrent dans ces bétoires et alimentent ces réseaux karstiques. A l'intérieur, les eaux deviennent troubles (remise en suspension de limons résiduels dans les conduits et apports par les engouffrements), elles se contaminent bactériologiquement et leur minéralisation diminue. La pression hydraulique augmente et ces réseaux alimentent la nappe contenue dans le milieu poreux ou fissuré encaissant. Cette phase s'arrête lorsque l'engouffrement cesse, et les eaux reprennent leur écoulement initial. Les paramètres hydrodynamiques habituels relatifs au milieu poreux n'ont plus de signification physique. Cependant à titre indicatif, on peut dire qu'une valeur élevée de la transmissivité (on a constaté parfois une évolution du niveau d'eau en pompage semblable à un régime de Theis) peut être l'indice d'un tel réseau si on ne s'est pas aperçu de son existence au cours de la foration. Le nouveau puits du Bois de la Vierge à Yport, creusé sur le karst pour l'alimentation en eau potable du Havre et situé à plus de 1 km de la mer, subit les effets de la marée haute du fait de la transmission rapide des pressions. Enfin, les sources importantes de plus de 50 litres par seconde sont l'indice de l'existence de ces réseaux. Les plus remarquables en Seine maritime sont les sources d'Yport (1,5 m³/s), du Vivier à Valmont (350 l/s), de Veules-les-Roses (600 l/s), de Bec-de-Mortagne (550 l/s), de la Fontaine du Gouffre à Dieppe (200 l/s), de Saint-Laurent-de-Brévedent (300 l/s), du groupe de Radicatel (750 l/s sur une ligne d'urgence de

plusieurs centaines de mètres), de l'Ambion et de la Sainte Gertrude (740 l/s), de Fontaine sous Préaux (390 l/s), de Moulineaux (500 l/s). Dans le département de l'Eure, il s'agit des sources de Bernay (400 l/s), de la Bave (1050 l/s), et de la pisciculture (450 l/s) près de Beaumont-le-Roger, de Livet-sur-Authou (910 l/s), de Bonneville-sur-Iton (1250 l/s), de Gaudreville-la-Rivière et de Glisolles (1050 l/s) à l'aval de l'Iton sec, de Hondouville (1180 l/s), de Cailly-sur-Eure (500 l/s, résurgence partielle de l'Eure en crue). On précise, pour donner une information complète, que toutes les sources importantes ne sont pas l'exutoire de réseaux karstiques, comme les sources de Fontaine-sous-Jouy dans la vallée de l'Eure (réduction de la section soumise à l'écoulement souterrain), les sources de Rouelles au Havre (remontée du substratum).

2.2.4 Tracé de la surface piézométrique, relations nappe/rivière, types de sources.

La surface piézométrique de la nappe (la zone mouillée est continue) épouse la morphologie du sol qui, elle, dépend en partie de la répartition de la fissuration de la craie. Elle forme des dômes d'alimentation sous les plateaux où l'aquifère peu fissuré a une fonction capacitive, et des dépressions dans les zones fissurées drainantes à fonction transmissive (vallées humides et sèches, réseaux « karstiques »).

La nappe est drainée dans le département de l'Eure et dans le sud de la Seine Maritime par la Seine et ses affluents et dans le nord de ce dernier département par la Manche et les fleuves côtiers. Les effets de la marée se font sentir sur la nappe en bordure des côtes et en Seine jusqu'au barrage de Poses (20 km en amont de Rouen).

Dans la boucle de la Seine de l'agglomération rouennaise, où la nappe est assez plate, les effets de la marée se font sentir jusqu'à une distance de l'ordre de plusieurs centaines de mètres. L'amplitude et le déphasage des fluctuations qui dépendent de la distance du point d'observation, permettent de calculer les diffusivités qui sont très élevées en général ($0,1 \text{ m}^2/\text{s}$).

Les bassins hydrogéologiques épousent donc le contour des bassins morphologiques mais le développement de certains réseaux « karstiques » a provoqué la capture de certains bassins par d'autres, le bassin d'Etretat par Yport, le haut bassin du Dun par le bassin de la Veules et les sources de St. Valéry en Caux. Les rivières qui sont des affleurements de la nappe dus au recoupement de la surface piézométrique par la surface topographique, sont alimentées à 90 % par les écoulements souterrains. Ce qui explique la régularité de leur débit et de leur température et leur limpidité. On assiste actuellement au colmatage progressif de leur lit par les apports de terre érodée par les ruissellements superficiels et par les sources exutoires de réseaux de fissures. Dans les vallées du Commerce entre Bolbec et Gruchet-le-Valasse, de l'Iton entre Condé et la Bonneville-sur-Iton, de la Risle entre Rugles et Beaumont-le-Roger, et l'Avre en amont de Verneuil-sur-Avre, des réseaux « karstiques » liés à une différence d'altitude entre l'amont et le niveau de base ont induit l'enfouissement de la nappe dans l'aquifère et son décrochement du niveau des rivières sur des profondeurs de 10 à 15 mètres. Dans la partie aval de ces rivières, les graviers alluvionnaires reposent directement sur la craie comme dans les vallées de l'Eure, de la Seine, et des cours d'eau côtiers de la Seine Maritime. On rencontre aussi des mélanges de ces deux formations, et on cite le cas de la Vallée du Commerce à Gruchet-le-Valasse, du recouvrement de la craie par 10 mètres d'argile et de silex qui rendent la nappe localement captive, bien que décrochée de la rivière (hauteur de pression 5 mètres, décrochement 5 mètres).

Les sources exutoires de la nappe dans les rivières et dans la mer appartiennent à plusieurs types. On liste ainsi les sources de dépression (écoulement diffus), les sources de débordement (écoulement souvent concentré par des fissures qui débouchent à la base des fonds de vallée remplis à ce niveau par des alluvions fines, sources de la craie du Pays de Bray à écoulement inverse du pendage des couches) et les sources de déversement (débouchés de fissures sur des bancs de craie compacte dans les falaises, sources du versant est de la vallée de la Touques). Sur le littoral, excepté les sources d'Yport, les sources à fort débit existent à partir de Saint Valéry en Caux et au NE de Dieppe, ceci dû au basculement des blocs dans le sens SW-NE, et à l'écoulement prédominant entre les bancs près de la mer.

2.2.5 Alimentation de la nappe de la craie, valeurs de l'infiltration, types de fluctuation de la nappe.

Le climat de Haute Normandie est de type tempéré océanique froid. Il est humide et les pluies sont assez bien réparties dans toute l'année. Les mois les plus arrosés sont en général août et décembre. La température moyenne annuelle est de l'ordre de 10°C, les mois les plus chauds et froids étant respectivement juillet (17,°5) et janvier (3,4°C). La hauteur de pluie annuelle atteint la valeur maximale de 1.000 mm dans la région de Bolbec et dépasse 900 mm sur le plateau de Caux. Elle dépasse 750 mm sur tout le territoire de la Seine Maritime et la zone du département de l'Eure à l'ouest de la Risle. Plus à l'est, entre cette vallée et la Seine, la hauteur de pluie diminue jusqu'à environ 575 mm sur le plateau de Saint-André-de-l'Eure.

L'évapotranspiration débute au mois d'Avril et dure jusqu'au mois d'Octobre. Elle atteint les 2/3 de la hauteur de pluie annuelle. Sa valeur est calculée par les formules classiques, mais peut être évaluée à partir des bilans hydrauliques effectués sur de longues périodes calés sur les relevés piézométriques et/ou les débits des bassins versants. La nappe de la craie est une nappe libre alimentée directement par l'infiltration de la pluie à travers les formations superficielles y compris la Formation Résiduelle à Silex et par l'engouffrement des ruissellements dans les réseaux « karstiques ». Cette dernière part est faible vis à vis du volume global de l'alimentation.

L'alimentation de la nappe, due aux pluies d'automne et d'hiver (environ le tiers de la pluie annuelle), atteint 400 mm sur l'échine du Pays de Caux, 350 mm dans l'ouest du département de l'Eure, 300 mm sur le littoral, le Pays de Bray et la vallée de la Seine, 250 mm et moins dans la plaine de Saint-André-de-l'Eure et le Plateau de Madrie. Elle atteint son maximum durant les mois de décembre et janvier. Ses variations sont importantes, de quelques dizaines de millimètres à des hauteurs de 500 mm. A l'examen des données connues, les périodes déficitaires se sont produites en 1971-73, 1989-91, 1996-98. Les excédents ont eu lieu en 1965-68, 1980-83, 1988-89, 1993-95, 1999-2001. Elles sont connues grâce à l'enregistrement des fluctuations de la nappe. Malgré les phénomènes d'évapotranspiration en été, la nappe subit une certaine recharge lors d'été pluvieux, en particulier dans les zones d'infiltration rapide (zone de bétoires, vallées sèches et humides). Enfin, grâce à la reconstitution du niveau de la nappe à partir des hauteurs de pluie et des températures à l'aide du modèle GARDENIA, on a découvert que les recharges de la nappe avaient été beaucoup plus faibles durant la période 1946-65 que durant la vicennie 1965-86.

Les fluctuations de la nappe ont plusieurs types. Elles comportent des variations annuelles (5 m environ) et interannuelles (2 m) dans le Pays de Caux (très découpé par les vallées), du fait de la fonction à la fois capacitive et conductrice de l'aquifère; en se rapprochant des niveaux de base (mer, Seine), l'emménagement inter annuel disparaît au profit de la fluctuation annuelle (moins de stockage disponible, accentuation de la fonction transmissive). Dans les zones de plateau éloignées des niveaux de base et peu drainées (plateau du Neubourg, plaine de St. André, Roumois), la fonction capacitive de l'aquifère oblitère la variation annuelle au profit d'une variation interannuelle réduite à 5 mètres et moins. Les variations maximales de la nappe ont atteint dans le Pays de Caux des valeurs de l'ordre de 25 à 30 m.

Les réseaux de fissures très développés (karstiques) donnent des réponses instantanées de plusieurs mètres, et dans les vallées les réponses très brèves ont une amplitude de quelques décimètres. En période d'excédent et de déficit, l'emplacement des sources peut se déplacer de plusieurs kilomètres, les débits augmentés ou réduits de plusieurs centaines de litres par seconde, et le lit majeur des rivières (zones rurales et certaines zones urbaines) inondés ou asséchés. Les hautes et basses eaux annuelles se situent respectivement au printemps et en automne. Enfin le tarissement de la nappe des hautes eaux vers des basses eaux exceptionnelles durent environ 3 ans. Le volume total de la nappe est estimé à une valeur de l'ordre de 15 milliards de mètres cubes (alimentation moyenne ou taux moyen de renouvellement égal à 2,4 milliards de mètres cubes).

2.2.6 Exploitation de l'aquifère de la craie.

L'exploitation de la nappe est surtout destinée à l'alimentation humaine. Depuis 1973, les industriels ont réduit leur consommation (eaux de surface, recyclage, réduction de l'utilisation d'eau dans les process). Cette réduction s'est fait sentir surtout dans les zones industrielles rouennaises où les prélèvements, en créant des cônes d'appel permanent de 2 à 3 km de long et de plusieurs mètres de profondeur, induisaient une alimentation de la nappe par la Seine. Cette réduction des pompages a provoqué la remontée du niveau de la nappe et une réduction très importante des cônes d'appel. Ce phénomène a été la cause d'inondation de parkings et d'ouvrages souterrains. L'alimentation de la nappe par la Seine n'est devenue que locale. L'alimentation agricole est peu développée du fait des non-superposition des besoins sur les zones productrices. On assiste cependant au développement de l'irrigation sur le plateau de Saint-André-de-L'Eure et dans la vallée de l'Eure comme conséquence du retournement des prairies au profit des cultures. Le volume prélevé pour l'eau potable (eau domestique des ménages en supprimant la satisfaction des autres besoins par les réseaux collectifs) s'élève à environ 70 millions de mètres cubes par an ce qui représente 3% de l'infiltration moyenne annuelle (2,4 milliards de mètres cubes).

Les villages et villes moyennes sont regroupés en syndicats de « production-distribution ». Mais on tend à créer des collectivités de production plus importantes et plus riches dans les zones de productivité difficile et de vulnérabilité de la nappe forte. On développe aussi des réseaux d'interconnexions. Les puits de plateau faiblement productifs et les sources d'origine karstique produisant des eaux troubles en période pluvieuse, sont abandonnés au profit des forages en vallées humides de couverture en herbe ou forestière. On cherche à échapper ainsi aux produits phytosanitaires, aux nitrates, aux contaminations bactériologiques et aux phénomènes de turbidité. Ces derniers sont provoqués par l'absorption des eaux de ruissellement dans les bétoires. Ils sont induits par les pluies d'orages estivaux et les fortes précipitations automnales et hivernales sur les sols nus « battants ». Les particules limoneuses sont arrachées aux sols et introduites ou remises en mouvement dans les réseaux karstiques. L'objectif est

d'exploiter l'aquifère encaissant le karst et de réduire les débits unitaires par ouvrage, quitte à multiplier le nombre d'ouvrages pour répondre aux besoins. L'aquifère est exploité dans la tranche 10-30 mètres de profondeur, sauf exception. Une transmissivité qui est comprise entre 5×10^{-3} et 2×10^{-2} m²/s est une garantie de bonne qualité quant à la turbidité et à la bactériologie.

2.2.7 Alimentation de quelques grandes villes de Haute Normandie.

L'alimentation des grandes villes de la région de Haute Normandie est souvent complexe, à l'aide d'ouvrages de production assez éloignés des sites de consommation.

Rouen est alimenté par les sources de Fontaine-sous-Préaux (filtration en passe d'être réalisée), reliées à l'usine de la Jatte par un aqueduc souterrain construit en briques sous Napoléon III et long d'environ 5 km. Une seconde source dite de Carville à Darnétal, dont le captage originel remonte à Louis XV, alimente les quartiers Est. Enfin, les sources de Moulineaux (exploitées par 2 forages) situées au pied de la falaise bordant la plaine alluviale au SW de Rouen, fournissent un débit de 700 à 750m³/h, traité lui aussi en usine.

La ville du Havre a elle aussi des sources d'approvisionnement assez lointaines qui sont les sources de Rouelles (en cours d'abandon), les sources de Saint-Laurent-de-Brévécent (sources de déversement sur la base de la craie du Cénomaniennes issues d'un réseau karstique), les sources et forages de Radicatel près du pont de Tancarville, et enfin la nouvelle adduction d'Yport constituée par un forage de 2,50 m de diamètre débouchant dans une cavité karstique et capable de prélever 2.000 m³/h, une usine de traitement et une conduite traversant le Bec de Caux sur près de 20 kilomètres.

La ville d'Evreux, alimentée actuellement par le champ captant de l'hippodrome et de Canappeville situé juste en amont dans la vallée de l'Iton, a entamé une opération de diversification de ses ressources et de sécurisation de son alimentation. De nouveaux sites ont été répertoriés et sont en cours d'étude.

L'alimentation de la ville de Dieppe est basée sur 2 sites. Le premier site consiste en l'utilisation d'un captage ancien de la source de la Fontaine-du-Gouffre plusieurs fois rénové ; les derniers travaux effectués sous la direction du BRGM ont consisté à capter le débit (200 litres par seconde) par des galeries creusées dans la craie noyée de la base du versant de vallée : aucune fissure visible n'a été constatée. Ce captage, situé à Saint-Aubin-sur-Scie est relié à la ville de Dieppe par un aqueduc de briques long de plusieurs kilomètres et construit en 1870. Le second site consiste en l'exploitation de la nappe de la craie par 4 forages situés dans la vallée de l'Arques à Martin-Eglise.

3 Base de données

Sur le principe de la Banque des données Sous Sol (BSS) du BRGM, la base a d'abord été conçue comme une base papier (fiche bordereau de saisie), avant d'être numérisée. Il a semblé très pertinent de conserver le principe de disposer des données de la base sur deux supports en même temps :

- une base papier (sortie numérique associée à des documents papier, pouvant être scannés)
- une base informatique

3.1 CONCEPTION DE LA BASE DE DONNEES

Après une étude bibliographique sur les trois grands thèmes (bétoires, traçage, exutoires) en avril 2002, il a été listé en mai 2002 pour chacun des thèmes les différents champs permettant une description la plus large possible.

Il a ensuite établi des bordereaux de saisie spécifiques à chaque thème :

- fiche bétoire pour les bétoires
- pour les traçages, fiche traçage associée à des sous fiches points de suivi et des sous-fiches point d'injection (si le point d'injection n'est pas une bétoire)
- fiche exutoire pour les exutoires,

Au vu de la très forte hétérogénéité des informations susceptibles d'être récoltées, la base comporte :

- des champs obligatoires en nombre très réduit (principalement les coordonnées, nom de commune et références bibliographiques).
- Les champs les plus couramment rencontrés, n'étant pas systématiquement renseignés, ne sont pas obligatoires mais rentrent dans un format bien défini (essentiellement sous forme de mots clés ou de valeurs numériques)
- Un grand éventail de champs descriptifs, mais rarement renseignés de manière constante, est proposé. Ils permettront ultérieurement d'apprécier le degré de connaissance de ces paramètres et si possible de faire des traitements statistiques. Ils ne se distinguent pas formellement des paramètres les plus courants.
- Un nombre non négligeable de champs commentaires a été ajouté pour tenir de nombreuses données écrites pas toujours facilement paramétrables (comme des précisions sur la fiabilité, l'incertitude, les conditions et le contexte, associés aux champs descriptifs) mais qui constitue souvent une information en soi. Malgré un format libre, quelques traitements simples (recherche par mot) restent néanmoins possibles.

A chaque champs, est associé son lexique.

Ces fiches ont été examinées, complétées et validées lors de la première réunion du comité de pilotage du 4 Juin 2002.

Après le démarrage du déstockage de données, quelques champs nouveaux (3 à 4) ont été ajoutés, et certains champs ont fait l'objet de retouches mineures sur les lexiques

3.2 CONSTRUCTION INFORMATIQUE DE LA BASE DE DONNEES

3.2.1 Principales étapes de la construction

La base de données a été développée sur Orléans par un informaticien spécialiste des bases de données du BRGM. Il s'agit d'une base Access (version Access 97 ©), construite dans la perspective d'un possible transfert rapide vers Oracle.

Démarré en fin août 2002, la première version opérationnelle est sortie dès septembre 2002 et la saisie de données réelles a été possible dès la mi-octobre 2002.

Elle a connu plusieurs corrections et modifications dans les formulaires de saisie entre novembre 2002 (début effectif de la saisie) et décembre 2002.

Les possibilités d'impression ont été finalisées en janvier 2003. La possibilité de nombreuses requêtes simples a été ajoutée en janvier 2003 et finalisé en février 2003.

Des opérations de déversement automatique ont eu lieu entre janvier et mars 2003 :

- déversement des données issues de la BSS : sources et autres points AEP
- déversement des données bétoires ponctuelles numérisées à partir des cartes géologiques à 1/ 50 000 (provenant de l'étude Aléa Erosion de 1998)

Le guide d'utilisation de l'outil informatique a été rédigé en mars 2003 et finalisé en avril 2003. Il fait l'objet d'un rapport dédié, rapport BRGM RP-52343-FR (mai 2003).

Ce rapport décrit en détail la base informatique, son contenu, mais aussi formalise les protocoles de saisie.

La description ci-dessous reste générale et renvoie pour plus de détails au guide d'utilisation de la base (rapport BRGM RP-52343-FR)

3.2.2 Descriptif général de la base informatique

La base se décline en deux fichiers :

- l'un pour stocker les données : « bétoire_data.mdb »
- et l'autre pour l'application « bétoire_app.mdb » (formulaires de saisie, génération d'état, requêtes complexes pour utilisateur).

Cette organisation présente de nombreux avantages :

- possibilité de partager un seul fichier de données entre plusieurs applications de saisie et donc de travailler à plusieurs,
- possibilité de faire évoluer la partie application indépendamment des données,
- migration vers une base centralisée de type Oracle grandement facilitée.

En plus des fichiers Access 97, un troisième fichier « cvcood.dll » est nécessaire pour le bon fonctionnement de l'application (à intégrer dans le sous répertoire \System32 de Windows). Le fichier permet d'effectuer le calcul et la conversion des systèmes des coordonnées géographiques.

Cette base s'est avérée fonctionner normalement avec tous les différents systèmes d'exploitation pour PC utilisés au SGR de Rouen, à savoir : Windows 95, Windows 2000 et Windows NT 4.0.

Saisie :

D'un point de vue conceptuel, la base est totalement conforme à la base papier dans son contenu et la saisie se fait sans difficultés.

Pour des raisons de structure informatique (la plupart des champs obligatoires devant être saisis avant les autres champs), la présentation des formulaires de saisie est parfois légèrement différente entre l'application Access et les fiches de bordereaux de saisie.

La base informatique considère trois types d'objets différents (et 3 sous-menus correspondant), chacun faisant l'objet d'une numérotation séquentielle simple :

- les références bibliographiques,
- les points (points d'entrée, bétoires, et de sortie, exutoires, points de suivi et d'injection),
- les traçages.

C'est dans cet ordre que les données doivent être saisies :

on entre en premier lieu les références bibliographiques du document en cours de déstockage, puis les différents points, et s'il y a eu la fiche traçage et les données du traçage sur les différents points concernés par l'opération.

Saisie :

Les formulaires de saisie sont identiques aux bordereaux de saisie papier, mais la présentation est parfois différente :

- les différents paragraphes sont généralement rangés en onglets
- il est souvent nécessaire de rentrer dans un premier onglet une partie ou la totalité des champs obligatoires pour pouvoir accéder aux autres champs et onglets.

Lors de la création d'un nouveau point, un premier formulaire de saisie des principaux champs obligatoires est à remplir avant d'entrer dans les formulaires de saisie au format plus proche de la version papier.

Au cours de ce premier formulaire de saisie pour la création d'un nouveau point, les coordonnées saisies font l'objet de deux requêtes de contrôles :

- la distance au centroïde de la commune est calculée pour éviter les erreurs de saisie : si la distance dépasse 10 km, un message est affiché signalant que la distance au clocher est de x km, demandant de confirmer les coordonnées entrées
- dans un rayon de 100 m autour des coordonnées saisies, l'application identifie les points déjà entrés et affiche les principaux paramètres des points. Il y a possibilité d'interrompre la saisie pour aller consulter les fiches indiquées.
- Tant que ce premier formulaire n'est pas validé, la création n'est pas effective et peut être interrompue à tout moment

Impression :

Après saisie ou correction d'une fiche, il est possible d'imprimer directement la fiche suivant le modèle d'impression préformatée, ou exporter la fiche sous Word ou Excel (pour impression ultérieure)

Consultation, recherche et sous menus de requêtes :

La consultation est possible de 3 façons différentes.
De la plus simple à la plus sophistiquée, on a :

- la consultation simple par les écrans de saisie,
- la consultation avec recherche à l'aide des filtres par formulaires
- la consultation avec recherche à l'aide des requêtes de consultation

Les filtres par formulaires constituent un outil de recherche associé aux écrans de saisie, qui permettent des requêtes par simple tri . Mais elles ne permettent pas d'accéder à tous les paramètres, ou de faire des requêtes entre champs appartenant à différents objets (points et bibliographie par exemple)

Les sous menus requêtes offrent la possibilité de faire de nombreuses recherches sur tous les champs de la base et de réaliser la plupart des requêtes courantes, qu'elles soient simples ou complexes, sans devoir connaître la structure détaillée informatique de la base.

Les menus de sous-requêtes offrent entre autres la possibilité :

- d'atteindre et de consulter les fiches sélectionnées
- dans le tableau résultat des sélections, de choisir les champs qui seront affichés, puis de les imprimer ou les exporter vers Word et Excel

Enfin, les utilisateurs Access les plus avertis ont la possibilité de créer leurs propres requêtes dans le fichier bétoire_data.mdb, mais cela demande une bonne maîtrise de l'outil Access et de bien connaître la structure de la base.

4 Test et saisie dans la base ACCESS

Le test et la validation se sont fait sur la base de saisie de données réelles, après validation des bordereaux de saisie, telles que présentés et validés par le comité de pilotage du 4 Juin 2002

4.1 TEST ET VALIDATION

Les opérations de test et de validation ont débutées avec les bordereaux papiers, avant même que la construction de la base informatique ne soit finie.

Les tests sur base papier puis base Access se sont relevés concluants et ont permis de :

- compléter, corriger certains lexiques de champs
- d'identifier quelques nouveaux champs à rajouter, en nombre limité.
- d'apprécier les temps nécessaires pour le dépouillement et la saisie

La base Access une fois bien rodée a été présentée en comité de pilotage le 2 décembre 2002.

Depuis cette date, les modifications de la base n'ont concerné que le format d'impression des fiches et l'ajout des sous-menus de requêtes.

4.2 DONNEES ET ZONE D'ETUDE

Une zone test, correspondant à des travaux d'inventaire des béttoires fait par C. Lechevalier pour l'AESN, avait été définie comme zone d'étude test.

Cette zone d'étude est située en Seine-Maritime dans les bassins versants de l'Ambion et de la Sainte-Gertrude, ainsi que l'amont du bassin de la Durdent. Elle correspond aux communes suivantes :

Doudeville, Le Trop-Mesnil, Carville-Pot-de-Fer, Boudeville, Beuzeville-la-Guéard, Robertot, Harcanville, Berville, Sommesnil, Lindebeuf, Cleuville, Amfreville-les-Champs, Anzeville, Héricourt-en-Caux, Yvecrique, Ouveille-L'Abbaye, Thiouville, Vibeuf, Ancourteville-sur-Héricourt, Hautot-Saint-Sulpice, Etoutteville, Yerville, Criquetot-sur-Ouveille, Cliponville, Gremonville, Rocquefort, Saint-Pierre-Lavis, Environville, Veauville-Les-Baons, Autretot, Ectot-les-Baons, Bermonville, Hautot-le-Vatois, Ricarville, Saint-Martin-aux-Arbres, Motteville, Baons-le-Comte, Ecretteville-les Baons, Flamanville, Ecalles-Alix, Céville, Valliquerville, Sainte-Marie-des-Champs, Yvetot, Alvimare, Allouville-Bellefosse, Trouville, Bois-Himont, Louvetot, Saint-Aubin-de-Cretot, Saint-Nicolas-de-la-Haie, Grand-Camp, Saint-Arnoult, Auberville-la-Campagne, Anquetierville, Caudebec-en-Caux, Villequier.

Les données utilisées lors de la phase pilote sont les suivantes :

- les 2 études Lechevalier,
- les rapports BRGM récents (1995-2002),
- les rapports BRGM et ouvrages externes en sa possession situés sur la zone test,
- deux thèses (G. Rico et N. Massei),
- les données bétoires inventoriées et compilées dans le cadre du rapport Aléa-Erosion (après examen, seules les données issues des cartes géologiques se sont avérées fiables et ont été récupérées),
- les données AEP et sources de la BSS numérique (déversement automatique ponctuel),
- quelques études intéressantes (rapport de Vandewiele, rapport Gaudriot sur le traçage de la bétoire d'Auzouville-Auberbosc),
- les traçages BRGM les plus anciens (< 1973).

4.3 BILAN DE LA SAISIE :

En fin de saisie, la base contient :

- 2595 points bétoires (dont 1565 issus des cartes géologiques)
- 1450 points exutoires (dont 1354 déversées automatiquement depuis la BSS)
- 144 traçages
- 706 points de suivi de traçage (dont 596 AEP déversées automatiquement depuis la BSS)
- 40 points d'injection non identifiés comme bétoires.
- 142 références bibliographiques consultées dont 64 ayant données lieu à déstockage

Deux opérations de déversement (données cartes géologiques, sources et autres AEP de la BSS numérique) sont venues compléter la saisie manuelle.

4.4 ESTIMATION DES TEMPS DE DEPOUILLEMENT

A l'issue de la phase test, on aboutit à l'estimation des temps de dépouillement suivant :

Nature	Fiche papier	Transfert Access	Total temps dépouillement	Moyenne de temps de dépouillement
Bétoire	6 à 20 min	4 à 8 min	10 à 28 min	15 min
Exutoire	6 à 25 min	5 à 10 min	11 à 35 min	20 min
Traçage, incluant les points Du traçage	0 h 30 à 4 h	0.25 à 2.5 h	0 h 45 à 7 h	3 h 00

Tableau 1 : estimation des temps de dépouillement des données

Le temps de dépouillement est assez variable, selon la lisibilité des rapports, la richesse des informations, la personne qui dépouille, le calcul à la main ou non des coordonnées X, Y, Z, etc.

Pour les points de bétoires, la vitesse moyenne peut être évaluée entre 10 et 20 minutes en moyenne par point. Pour les fiches exutoires, la plupart des points sont plus renseignés (dossier BSS), ce qui demande plus de temps de saisie que pour les bétoires.

Pour les traçages, la variabilité est beaucoup plus grande, selon qu'on a affaire à un traçage négatif et qualitatif sur 1 à 2 points ou à un traçage avec suivi quantitatif complexe sur 5 à 15 points. En rythme de croisière, la plupart des traçages dépouillés actuellement au BRGM sont surtout qualitatifs et assez peu riches en informations, on arrive actuellement à une moyenne de 4 traçages par jour. En intégrant les traçages plus compliqués, on peut évaluer très grossièrement en rythme de croisière la vitesse moyenne oscillant entre 3 et 4 traçages par jour.

5 Rapide bilan de la saisie

Du fait de l'échantillon de données saisies non représentatif de l'ensemble des données régionales, on retiendra des figures, tableaux, cartes, commentaires sommaires associés et résultats suivants, qu'ils n'ont qu'une valeur illustrative, et ne sont cités qu'à titre d'exemple de la valorisation, qui sera possible de faire en fin d'inventaire historique.

5.1 BILAN BIBLIOGRAPHIQUE

142 ouvrages bibliographiques ont été identifiés dont 102 situés sur la zone texte (100 BRGM plus les deux études Lechevalier fournis par l'AESN). 132 documents ont été examinés (annexe 3). 68 des 98 documents examinés sur la zone d'étude test ne renferment aucune donnée sur les éléments karstiques.

	TITRE	Bétoire	Exutoire	Point Injection	Point de suivi	Traçage	Bétoire % biblio)	exutoire % biblio)	point Injection % biblio)	point de suivi (% biblio)	traçage (% biblio)
64	rapport brgm (35)	565	163	37	208	113	20.4	10.0	77.1	22.8	72.0
	Université (5)	261	35	5	14	32	9.4	2.2	10.4	1.5	20.4
	cartes geol (8)	1565	0	0	0	0	56.6	0.0	0.0	0.0	0.0
	bss papier	1	66	3	84	0	0.0	4.1	6.3	9.2	0.0
	Infoterre		1354		596	0	0.0	83.4	0.0	65.4	0.0
	Bureau d'études (8)	332	5	3	9	10	12.0	0.3	6.3	1.0	6.4
	autres (6)	39	0	0	0	2	1.4	0.0	0.0	0.0	1.3
	total dépouillé	2763	1623	48	911	157	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

	Bétoire	Exutoire	point Injection	point de suivi	traçage
total dépouillé	2763	1623	48	911	157
total enregistré	2595	1450	40	706	144
Point avec au moins sources bibliographiques	168	173	8	205	13
% sources biblio Multiples	6.5	11.9	20.0	29.0	9.0

Tableau 2 : bilan bibliographique

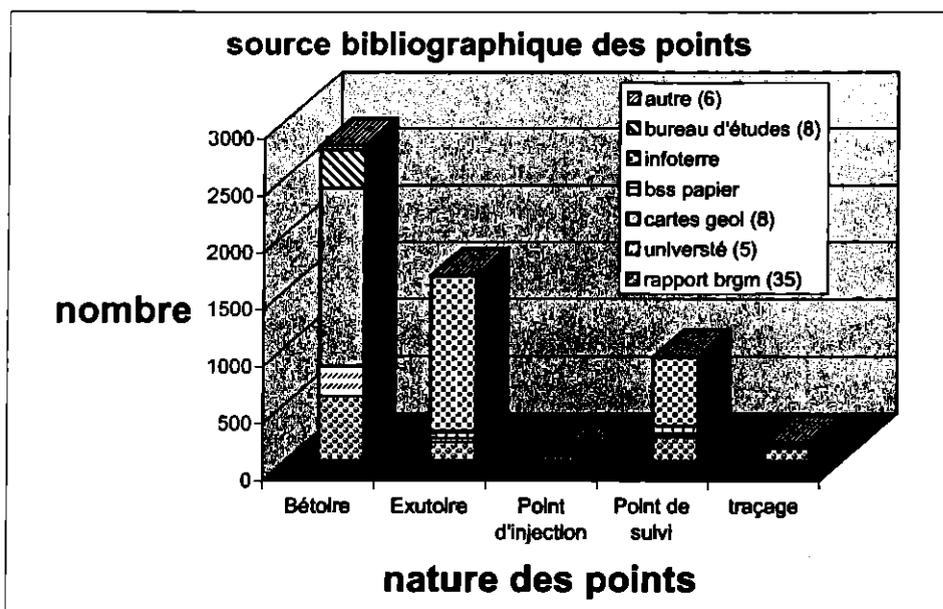


Figure 3 : Type d'origine bibliographique des points

Sur 64 documents déstockés, la principale source d'information a été les documents BRGM (rapports, carte géologique, BSS, Infoterre), soit 45 documents au total. Par ailleurs, 5 thèses ont été dépouillées, ainsi que 8 rapports de bureau d'étude et 6 autres rapports divers (Hydrogéologues agréés, ...).

Si on exclut les données déversées, on aboutit en moyenne à des densités d'évènements par rapport d'étude assez élevées, à savoir 20 bétoires par rapport et 2.5 traçages par rapport relatif à un ou des traçage(s).

Ces valeurs sont fortes car les documents utilisés dans la phase de pilote ont été souvent parmi les plus denses qui soient.

L'essentiel des fiches recensées sont les bétoires (2763), puis les exutoires (1623), les points de suivi (911), puis les traçages (157), et enfin les points d'injection utilisés autres que les bétoires (48). Parmi ces fiches recensées, on retrouve des objets cités à plusieurs reprises : 6.5 % pour les bétoires, 12% pour les exutoires, 20% pour les points d'injection, 29% pour les points de suivi, 9 % pour les traçages.

- la plupart des fiches « bétoires » sont issues du déversement automatique des cartes géologiques (57%). Le reste est issu des rapports Lechevalier sur la zone test, des rapports BRGM, des rapports de bureau d'étude, de l'Université de Rouen et autres.
- La plupart des fiches « exutoires » sont issus du déversement automatique d'Infoterre (83%). Le reste est issu des rapports BRGM, de l'Université de Rouen, et de la BSS papier.
- La plupart des fiches « points d'injection » sont issues des rapports BRGM (77%).
- La plupart des fiches « points de suivi » sont issus du déversement automatique d'Infoterre (65%). Le reste est issu des rapports BRGM, de l'Université de Rouen et de la BSS papier.
- La plupart des fiches traçages sont issues des rapports BRGM (72%). Le reste est issu de l'Université de Rouen et d'autres sources (BET..).

5.2 REPARTITION DES FICHES PAR COMMUNE DE LA ZONE D'ETUDE

Parmi les 57 communes de la zone d'étude test , 13 n'ont pas d'information et 44 sont renseignées :

COMMUNE	Bétoire	Exutoire	Point Injection	Point de suivi	Total	point d'injection	point de suivi
ALTOVILLE-BELLEFOSSÉ	31		1		32	2	
ALVIMARE	19				19		
ANCOURTEVILLE-SUR-HERICOURT	1				1		
ANQUETIERVILLE	12		1		13	2	
ANNEVILLE	1				1		
AUBERVILLE-LA-CAMPAGNE	1		1		2	1	
AUTRETOT	4		1		5	1	
BAONS-LE-COMTE	16				16		
BERNONVILLE	14				14		
BOIS-HIMONT	18				18		
CLEVILLE	18				18		
CRICQUETOT-SUR-OUVILLE	1				1		
DOUDEVILLE	2				2	3	
ECALLES-ALIX	5				5		
ECRETTEVILLE-LES-BAONS	43				43		
ECTOT-LES-BAONS	2				2		
ENVRONVILLE	11	1		1	13	2	5
ETOUTTEVILLE	8				8		
GRAND-CAMP	62		1		63	4	
GRENONVILLE	10				10		
HARCANVILLE	6				6		
HAUTOT-LE-VATOIS	24				24		
HAUTOT-SAINT-SULPICE	20				20	4	
HERICOURT-EN-CAUX	4	14			20		14
LOUVEOT	14		1	1	16	1	3
MOTTEVILLE	3		1		4	2	
RICARVILLE	9				9		
ROBERTOT				1	1		1
ROQUEFORT	7				7		
SAINT-ARNOULT	28		1	5	34	3	8
SAINT-AUBIN-DE-CRETOT	11				11		
SAINT-MARTIN-AUX-ARBRES	3				3		
SAINT-NICOLAS-DE-LA-HAIE	9				9		
SAINT-PIERRE-LAVIS	8	5			13		
SAINTE-MARIE-DES-CHAMPS	5		1		6	7	
SOMMESNIL		2		1	3		2
TROUVILLE	23				23		
VALLIQUEUVILLE	14				14	4	
VEAUVILLE-LES-BAONS	21				21	1	
VILLEQUIER	1		1		2		1
VERVILLE				1	1		

Tracage
comportant
au moins un
point sur la
zone d'étude

YVETOT	3		2		5	2		
TOTAL ZONE ETUDE	500	23	12	11	546	41	34	46
TOTAL DANS LA BASE	2595	1450	40	706	4791			144
% de fiche dans la zone d'étude / total	19	2	30	2	11			32
Moyenne par commune	8.77	0.40	0.21	0.19	9.58	0.72	0.60	0.81

Tableau 3 : Résultats sur la zone d'étude

Les fiches par rapport à la zone d'étude:

- Sur 4791 fiches « points » rentrées dans la base, seulement 546 font partie de la zone d'étude(soit 11%), bien que l'essentiel des rapports consultés concerne cette zone test. Ceci s'explique, d'une part parce que certaines fiches « points » appartenant aux départements 76 et 27 été déversées automatiquement (cartes géologiques, BSS : 1565+1950 =3515 points, soit 73 % des fiches de la base), et d'autre part parce que la totalité des rapports ont été dépouillés, même quand une petite partie seulement du rapport concernait la zone d'étude.
- Sur 144 fiches « traçages », seulement 46 font partie de la zone d'étude(soit 32%).

La répartition des fiches sur la zone d'étude:

- Les communes qui ont montré le plus de bétoires (>25) recensées sont : Allouville-Bellefosse, Ecreteville-les-Baons, Grand-Camp, et Saint-Arnoult.
- Les communes qui ont montré le plus d'exutoires (>5) sont : Héricourt-en-Caux et Saint-Pierre-Lavis
- La commune qui a montré le plus de points de suivi est Saint-Arnoult.
- Les communes qui ont été le siège d'une injection pour un traçage, sont le plus souvent des communes comportant beaucoup de bétoires.
- La plupart des communes, qui ont été le siège d'un suivi de traçage, sont riches en sources.

Pour ce secteur (fig. 4), où la géomorphologie est en plateau, la densité de bétoire n'apparaît pas être un chiffre très élevé en moyenne, avec 10 bétoires par commune. Pour la densité de sources (fig. 5), la densité reste faible par rapport à la moyenne régionale (1 400 sources pour 1 460 communes environ).

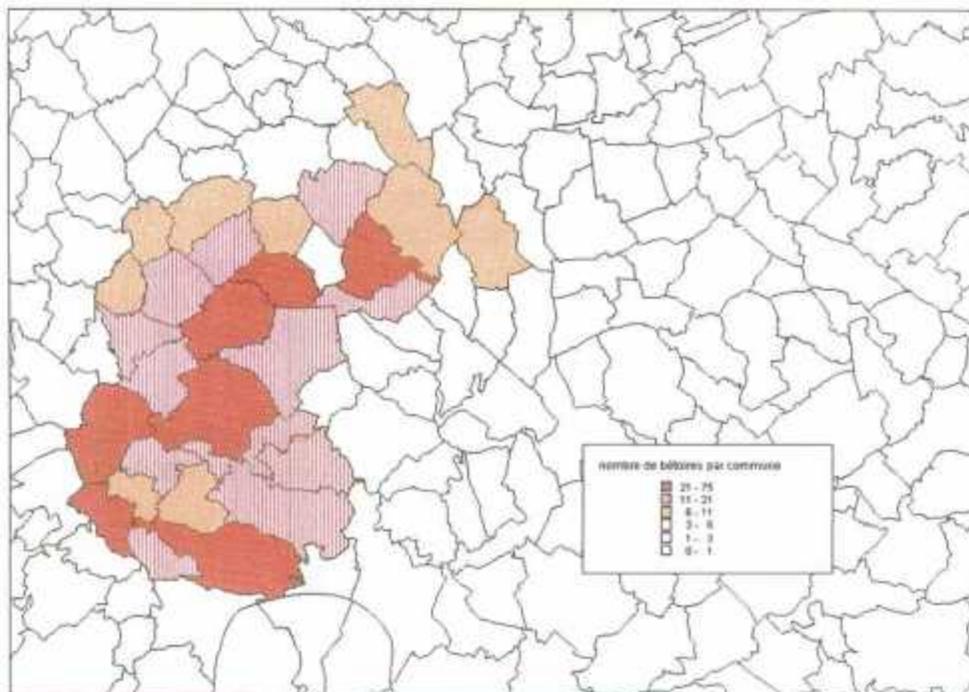


Figure 4 : Densité des bétaires par commune de la zone d'étude

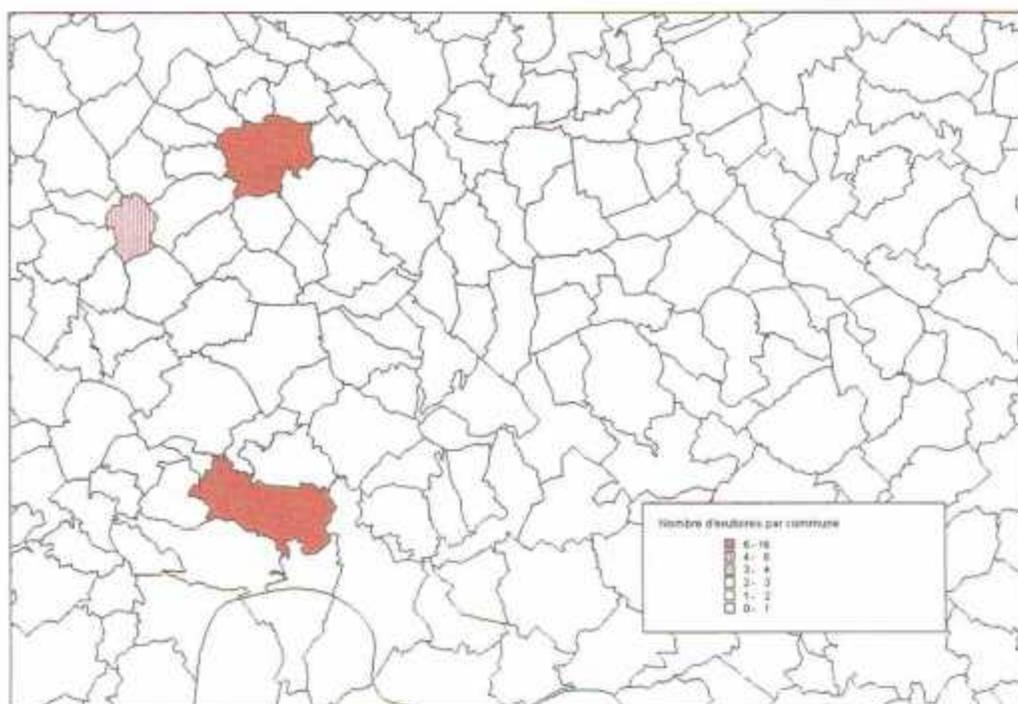


Figure 5 : Densité des exutoires par commune de la zone d'étude

5.3 BETOIRES

5.3.1 Localisation des points saisis de bétoires

La répartition des points saisis est très concentrée en deux zones.

Les zones à forte densité de points correspondent :

- d'une part à la zone d'étude au centre de la Seine Maritime,
- et d'autre part, au sud-ouest de l'Eure : sur les cartes géologiques les plus récentes faites dans ce secteur sud-est de l'Eure, les bétoires et indices de bétoires sont localisés et représentés cartographiquement (ils ont été déversés de manière automatique en phase pilote)

La densité atteinte dans ces zones, du fait du jeu de données utilisées en cours de pilote, donne une idée très approximative du nombre de bétoires restant à saisie lors de l'inventaire (après bibliographie et terrain).

5.3.2 Type de perte

	nombre de fiches au total	%	Nombre de fiches sur la zone d'étude	%
Alignement de bétoires	31	1.2	23	4.6
Dolines bétoires	23	0.9	12	2.4
Indice non validé de perte ponctuelle	1485	57.2	150	30
Perte ponctuelle	961	37.0	283	56.6
Zone d'infiltration diffuse	94	3.6	32	6.4
Total	2594	100	500	100

Tableau 4 : Répartition des pertes par nature

Sur 2594 bétoires recensées dans la base, 57.2% sont des indices non validés, 37 % des pertes ponctuelles, 3.6 % des zones d'infiltration diffuse. Ce taux élevé pour les indices non validés vient des cartes géologiques et des inventaires terrains, où les anomalies de surfaces (bétoires, points en effondrement....) sont souvent assimilées et apparaissent ainsi indifférenciées.

Sur les 500 bétoires recensées sur la zone d'étude (figures 6 et 7), 56 % sont des pertes ponctuelles, 30% sont des indices, 6% sont des infiltrations diffuses, 5% sont des alignements de bétoires, et 2 % sont des dolines bétoires .

Les pourcentages de la zone d'étude sont plus représentatifs, car pour la totalité des fiches, les données déversées automatiquement sont généralement imprécises (souvent des indices).

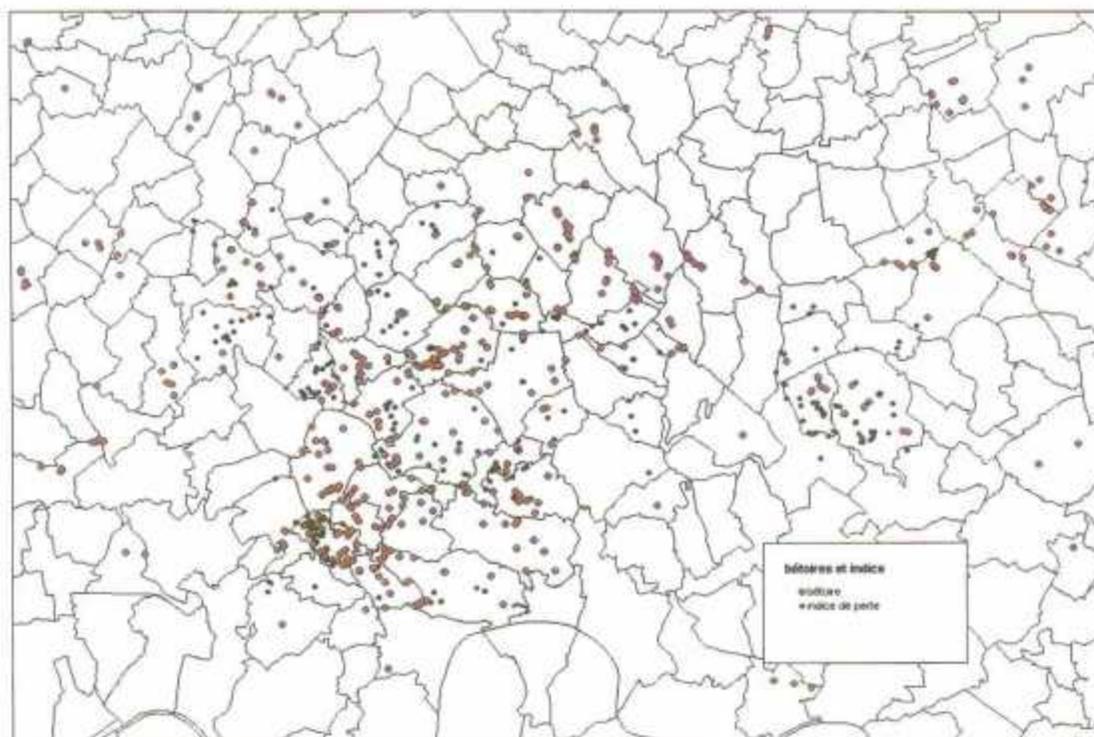


Figure 6 : Répartition des points de bétouires saisis en zone d'étude

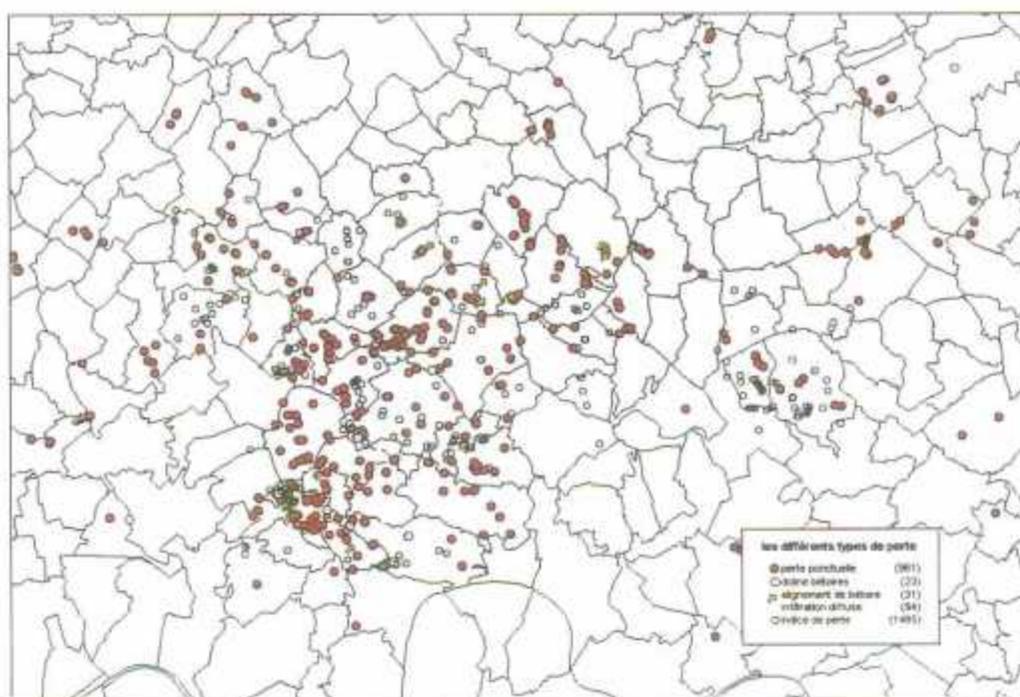


Figure 7 : Type de perte

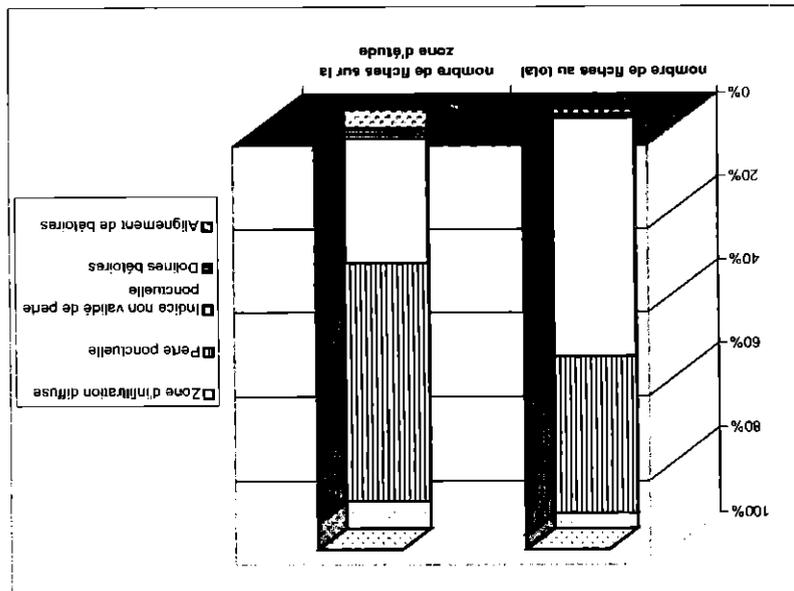
Tableau 5 : Fonctionnement isolé ou groupé des pertes

	total base	%	zone d'étude	%
bêtoires isolées (indices ou pertes isolées)	2339	90.2	383	76.6
bêtoires non isolées (doline, alignement, infiltration diffuse, et pertes fonctionnant en parallèle)	255	9.8	117	23.4
Total	2594	100	500	100

La majorité des bêtoires semble isolée, cependant dans la zone d'étude, c'est moins vrai. La répartition géographique des bêtoires (fig. 10) laisse transparaître, que certaines bêtoires, considérées individuellement comme ponctuelles et isolées, pourraient en fait être en relation (alignement selon des diaclasses, axes de vallées, linéaments.....).

Bêtoires isolées ou non :

Figure 8 : Répartition des pertes par nature (total et zone test)



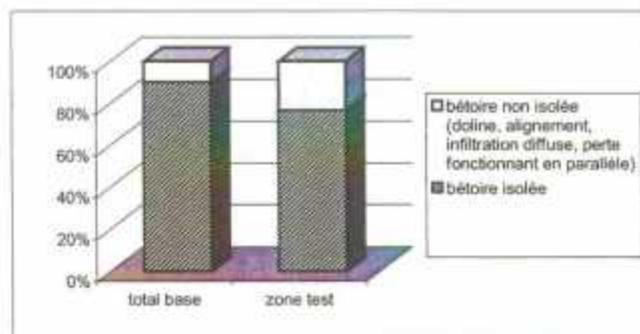


Figure 9 : Fonctionnement isolée des béttoires ou non (total base et zone d'étude)

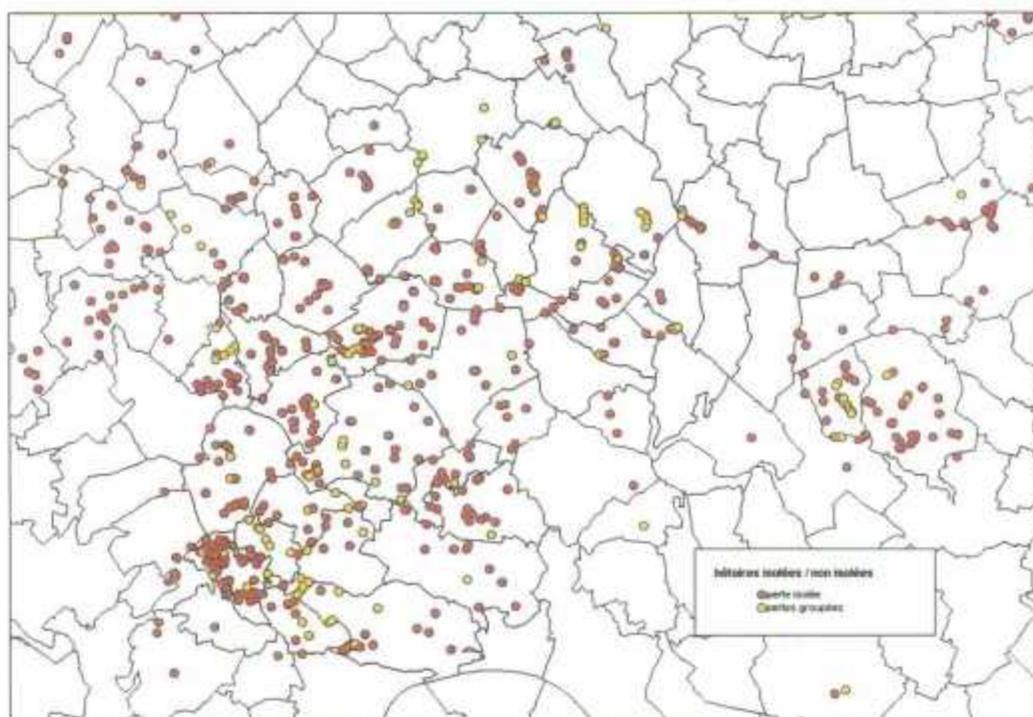


Figure 10 : Fonctionnement isolé ou non des béttoires

5.3.3 Etat des bétoires

	nombre de fiches	%	Nombre de fiches sur zone test	%
Anthropisé	209	8.1	74	14.8
Indéterminé	2134	82.3	282	56.4
Naturel	251	9.7	144	28.8
Total	2594	100	500	100

Tableau 6 : Répartition des bétoires par état

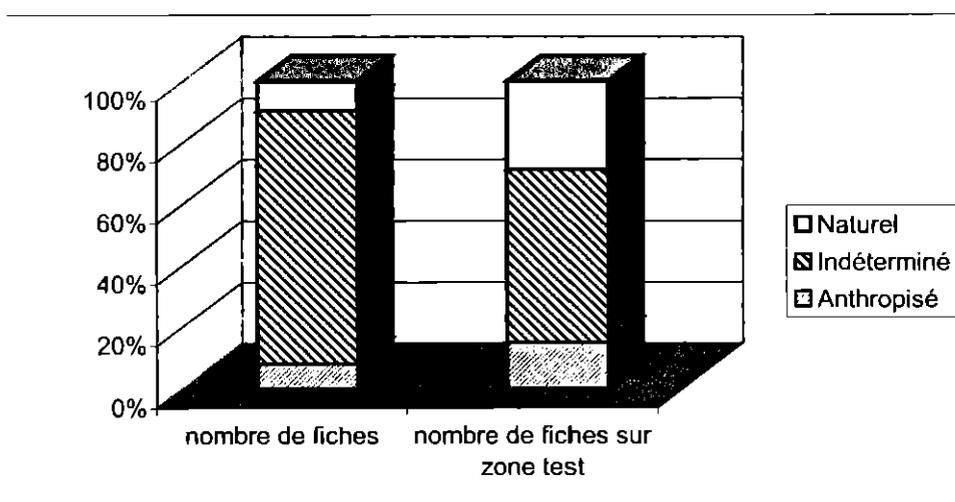


Figure 11 : Répartition des bétoires par état

L'état est le plus souvent renseigné par inconnu, surtout lorsqu'on compare les résultats sur l'ensemble de la base (souvent plus imprécis à cause des déversements automatiques).

Sur la zone d'étude test, 29% est classée comme « naturelle » et 15% est classée comme « anthropisée ».

	Total base						Zone test					
	Alignement	Dolines	Indice	Perte ponctuelle	Infiltration diffuse	total	Alignement	Dolines	Indice	Perte ponctuelle	Infiltration diffuse	total
Anthropisé	1	6	45	152	5	209		4	28	41	1	74
Indéterminé		1	1436	608	89	2134		1	122	128	31	282
Naturel	30	16	4	201		251	23	7		114		144

Tableau 7 : Répartition des bétoires par état et par nature

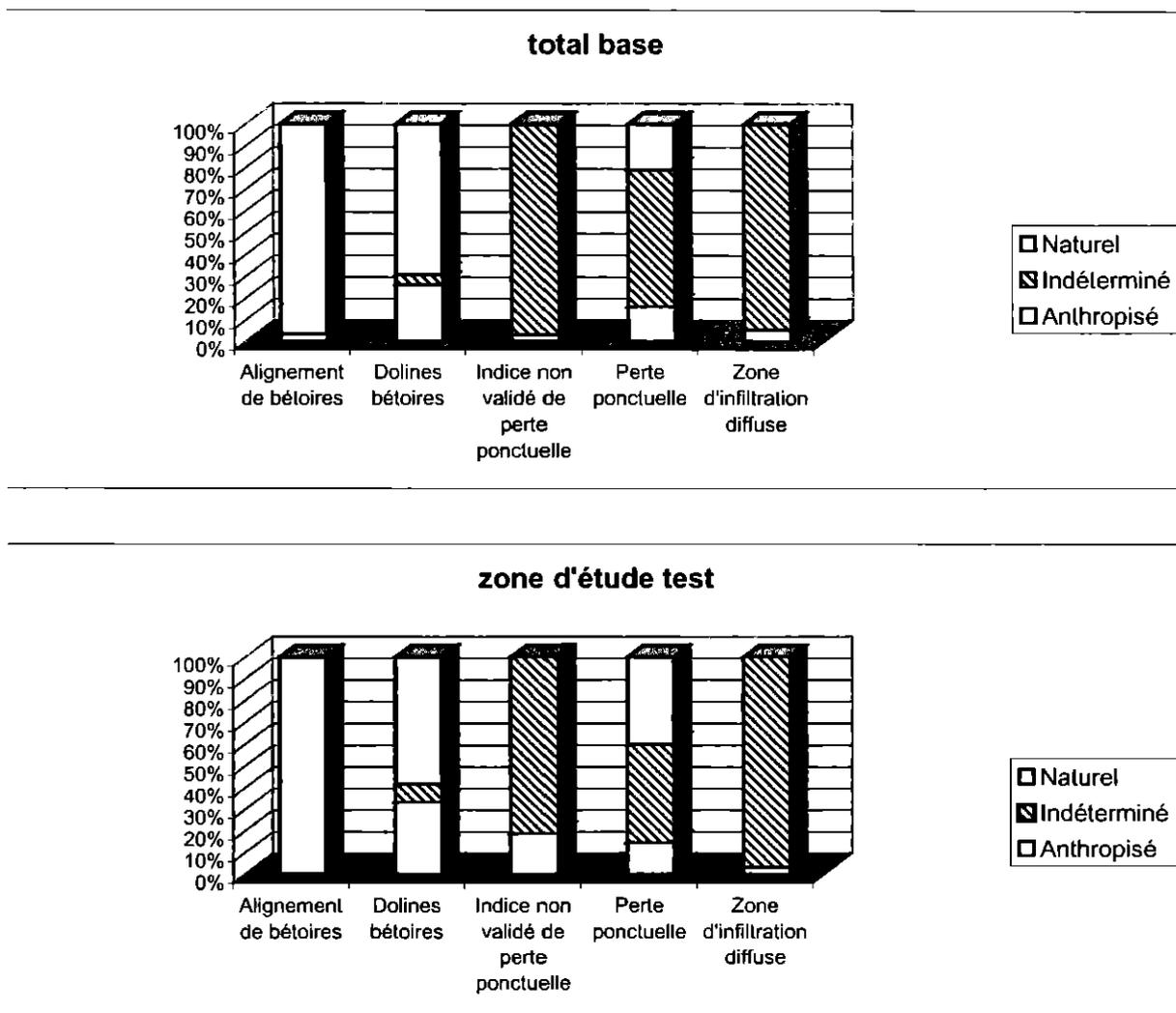


Figure 12 : Répartition des bétoires par état et par nature (base totale et zone test)

Si l'on compare l'état par rapport aux différents types de perte, les résultats sont presque équivalents sur la zone d'étude par rapport à la totalité des points de la base (ceci est globalement du aux normes de saisie, voir guide utilisateur).

- Alignement de bétoires : « naturelle » (mention fréquente de « bétoire »)
- Doline-bétoires : généralement « naturelle », ou « anthropisée » (mention fréquente de « bétoire »)
- Les indices sont généralement « indéterminés » (option par défaut)
- Les pertes ponctuelles, sont soit « naturelles », « inconnues » ou « anthropisées » en proportion globalement plus homogène et sont en proportion équivalente entre « inconnues » et « naturelles » (il est affecté par défaut « naturelle » en cas de mention de bétoire dans le texte du doucement dépouillé)
- Les zones d'infiltration sont « indéterminées » (option par défaut)

5.3.4 Type d'anthropisation

	perte anthropisée	Anthropisation inconnue
zone test	74	0
%		0.0
total base	209	81
%		38.8

Tableau 8 : Recensement des bêtoires anthropisées

Sur la zone d'étude, 74 pertes sont anthropisées, avec anthropisation connue. Sur l'ensemble de la base, 209 sont anthropisées, dont 81 pour lesquels le type d'anthropisation est indéterminé.

Le tableau ci-dessous ne prend en compte que les sites à anthropisation connue. Un site pouvant avoir plusieurs anthropisations, les pourcentages sont basés non pas sur les sites mais sur les anthropisations elles-mêmes (ex : sur la zone test, 74 sites sont anthropisés, mais le nombre d'anthropisation est de 78).

	Dérivation des flux	Apport de flux	Transformation en puits d'injection	Rechemisage	Obstruction (mise hors service)	Rebouchage (tout venant)	Remblaiement (règles de l'art)	Autre	total
zone test	8	4	0	0	1	50	3	12	78
%	10.3	5.1	0.0	0.0	1.3	64.1	3.8	15.4	100.0
total base	34	6	5	0	1	74	4	21	145
%	23.4	4.1	3.4	0.0	0.7	51.0	2.8	14.5	100.0

Tableau 9 : Répartition des bêtoires par type d'anthropisation

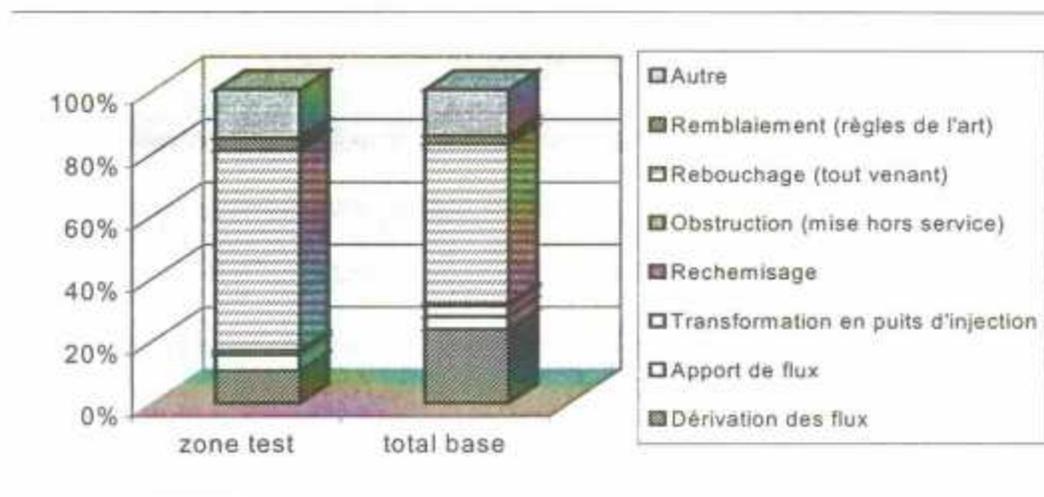


Figure 13 : Répartition des bêtoires par type d'anthropisation

L'anthropisation principale est le rebouchage (ajout de tout-venant inerte, terre agricole, par les propriétaires agriculteurs), d'autant plus net sur la zone d'étude.

La dérivation des flux est également importante.

En petites proportions, on rencontre les apports de flux, la transformation en puits d'injection, l'obstruction et le remblaiement. Le rechemisage des bétoires constitue une possibilité d'aménagement qui ne s'est pas présentée durant la phase pilote de l'inventaire. On note aussi 4 « vrais » aménagements de bétoire dont 3 sur la zone lest.

Remarque 1 : certains sites peuvent être anthropisés mais n'ont pas été répertoriés comme tel dans les rapports dépouillés. Cette information demande à être complétée par des visites de terrain.

Remarque 2 : Le cas de rejets non inertes (dépôt d'ordures....) au niveau de la bétoire (classé dans « autre »), s'est présenté assez souvent. Pour relativiser, cela correspond la plupart du temps à des informations anciennes, cette pratique non autorisée ayant été fréquente dans le passé.

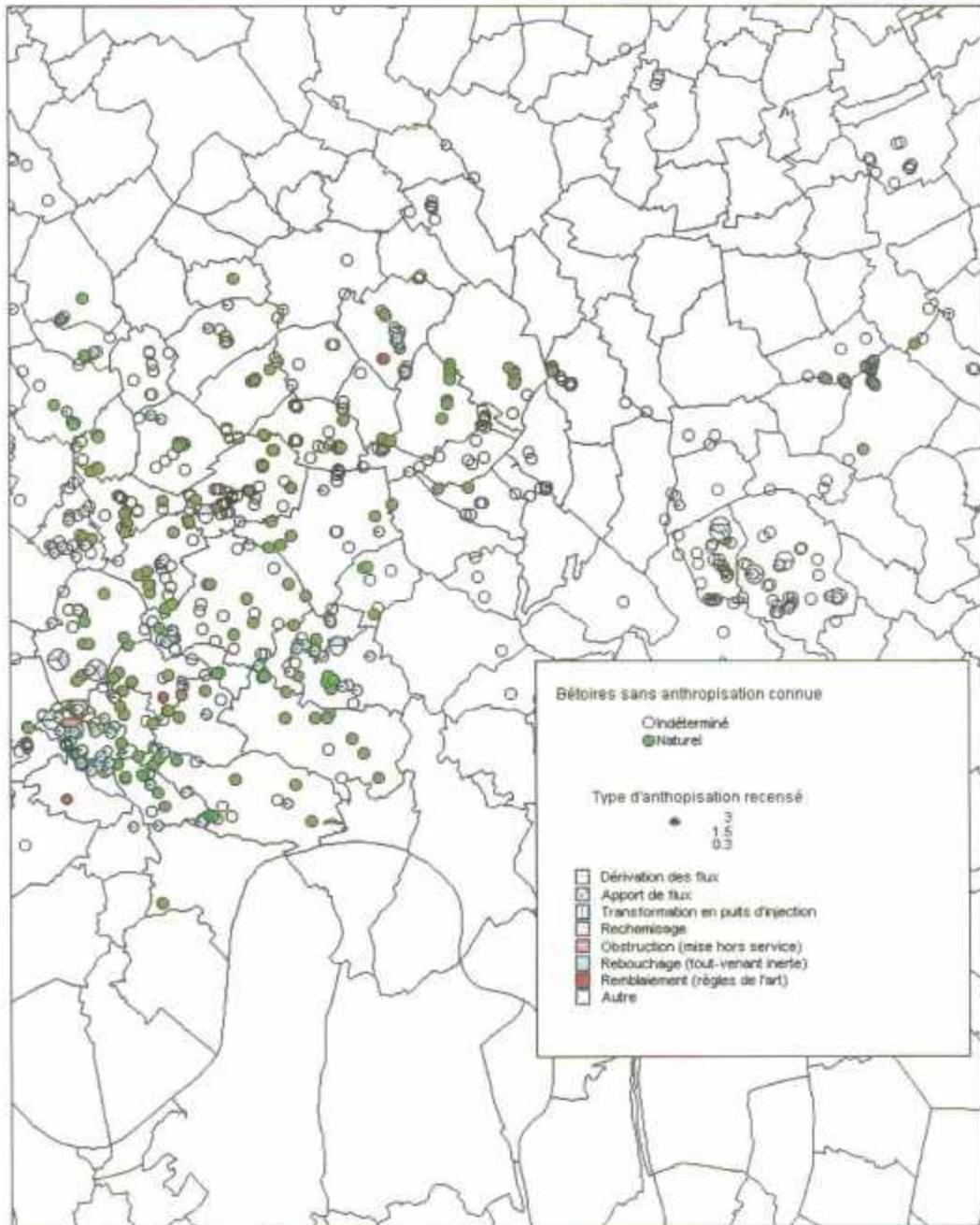


Figure 14 : Etat des bétoires, avec précision le cas échéant du type d'anthropisation

5.3.5 Fonctionnalité des bétoires

	nbre de fiches sur zone test	%	nbre de fiche	%
Inconnu	257	51.4	2137	82.4
Non	8	1.6	11	0.4
Oui	235	47	446	17.2
Total	500	100	2594	100

Tableau 10 : Fonctionnalité des bétoires

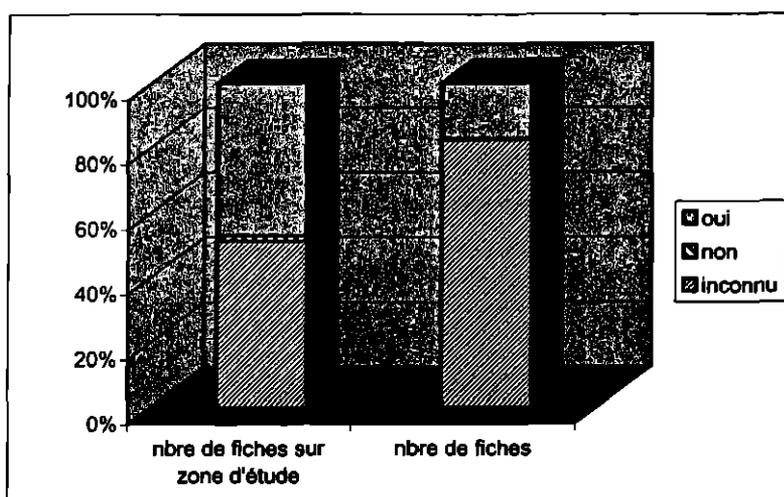


Figure 15 : Fonctionnalité des bétoires

Sur la zone test, la fonctionnalité des bétoires est répartie de façon environ proportionnelle entre « inconnu » et « fonctionnel », alors que sur la totalité de la base, il est plus fréquemment renseigné « inconnu ».

Dans les deux cas, les fiches sont rarement classées en « non fonctionnelle »

En fait ce champ est souvent peu renseigné, il est le plus souvent rempli par défaut (inconnu) sauf dans les cas de mention de « bétoire » et d' « infiltration diffuse » (naturel), d'où le résultat ci-dessous.

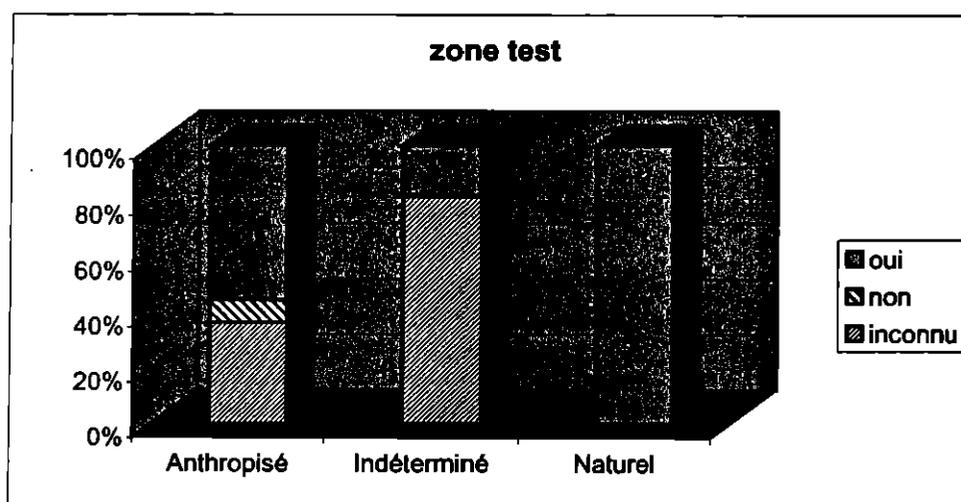
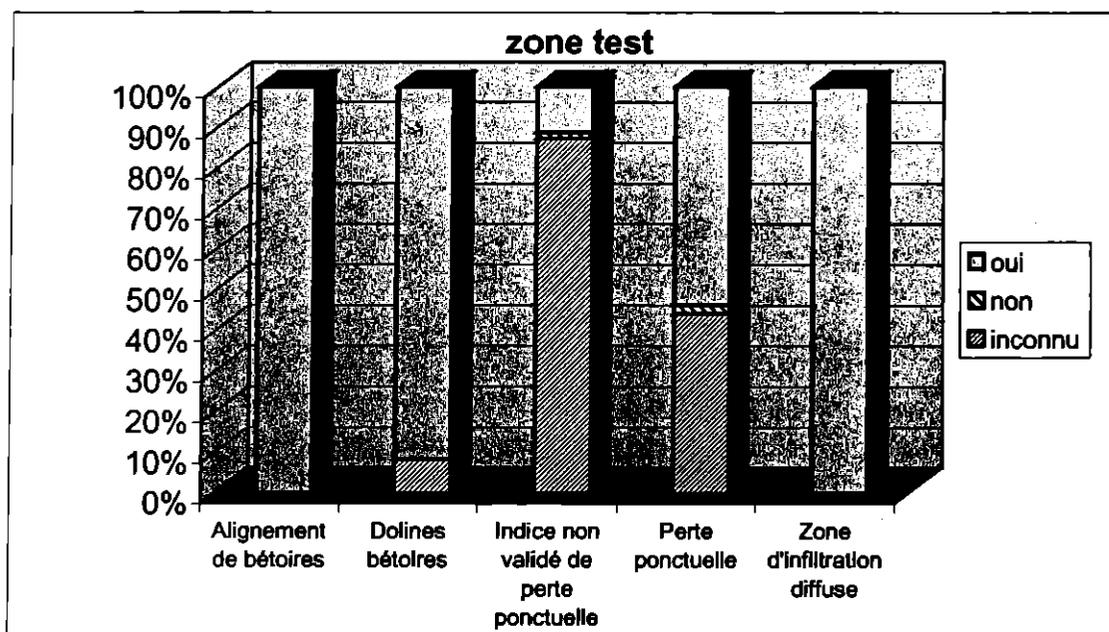


Figure 16 : Caractérisation des bétoires de la zone d'étude selon l'état et le type de perte

Si l'on compare la fonctionnalité par rapport à l'état, on constate que « anthropisé » ne veut pas dire « non fonctionnel ». Par contre, tout ce qui est considéré comme naturel est jusqu'à présent considéré par défaut comme fonctionnel .

5.3.6 Bétoires à fort impact potentiel

Cela correspond aux cas des bétoires ayant été tracées positivement avec des captages à usage sensible (AEP), ou dont les eaux d'engouffrement peuvent avoir un impact notable de par leur charge (turbidité, eaux usées non traitées.....)

	point tracé							total tracé au moins une fois	total base	tracé positivement au moins une fois	% de bétoires positives / au nbre de bétoires tracées
	1 fois	2 fois	4 fois	6 fois	9 fois	jamais					
Bétoire	59	8	1	1	1	2524	70	2594	61	87.1	
Point d'injection	28	11	0	0	0	1	39	40	20	51.3	
Total	87	19	1	1	1	2525	109		81		

Tableau 11 : Recensement des bétoires ayant fait l'objet d'un traçage

Il a été assez fréquent de réaliser pour les opérations de traçage deux séries d'injection, la première se faisant en période de hautes eaux annuelles (environ février-avril), la seconde en basses eaux annuelles (août –octobre).

Les bétoires tracées à plus de 2 reprises correspondent à des bétoires suivies pour des travaux de thèse (N .MASSEI, G. RICO, F. CALBA).

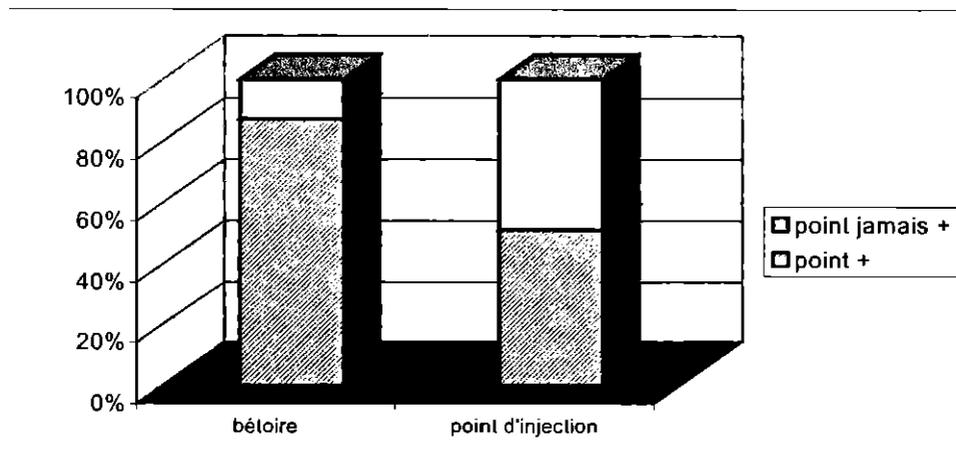


Figure 17 : Comparaison des pourcentages des traçages positifs sur les bétoires et les autres points d'injection

Le pourcentage de points négatifs est comme attendu moins important pour les bétoires comparé aux autres points d'injection, de nature variable souvent indéterminée (ne correspondant pas toujours à un point préférentiel d'entrée dans l'aquifère crayeux).

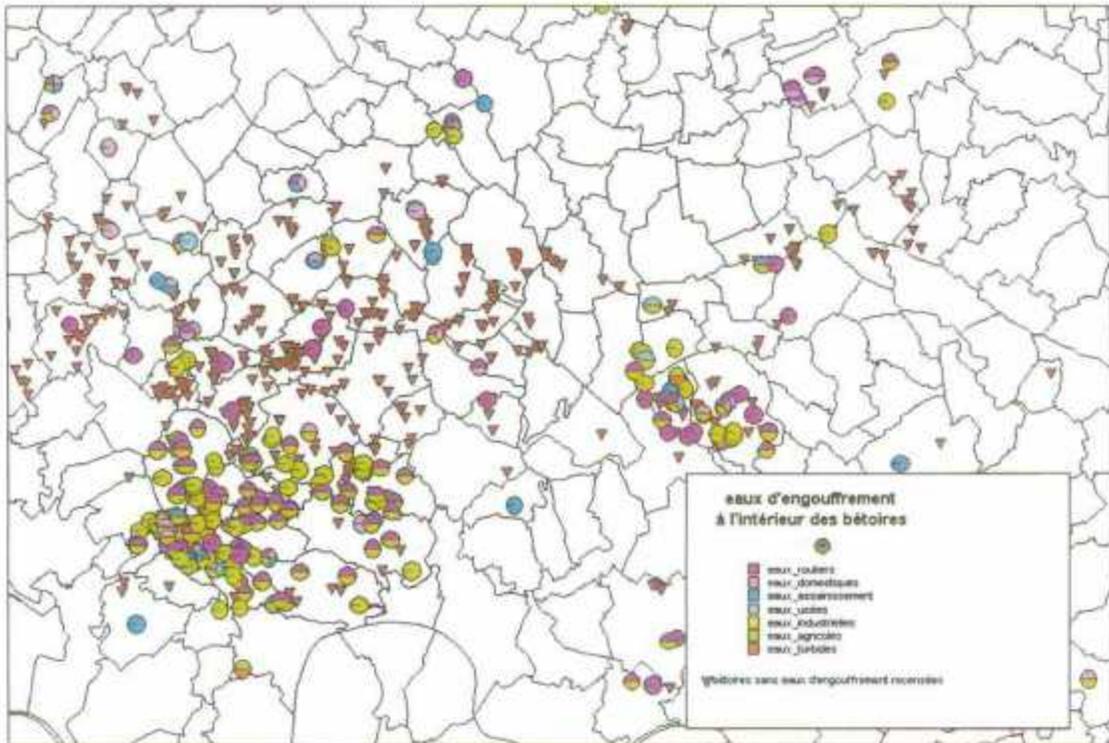


Figure 18 : Nature des eaux d'engouffrement dans les bétaires

bétaires à fort impact potentiel	Tracé positivement				
	61				
	Etat		Eaux d'engouffrement de qualité médiocre ou mauvaise		positif sur au moins un AEP
	Anthropisée	naturel ou inconnue	oui	Non renseignée	oui
	12	49	47	14	49

Tableau 12 : Quelques caractéristiques principales des bétaires tracées positivement

Sur 70 bétaires tracées, 61 sont positives, dont 49 sont reliées à au moins un ouvrage AEP. De plus, parmi ces 70 bétaires tracées, 47 reçoivent des eaux d'engouffrement de qualité chimique médiocre ou mauvaise

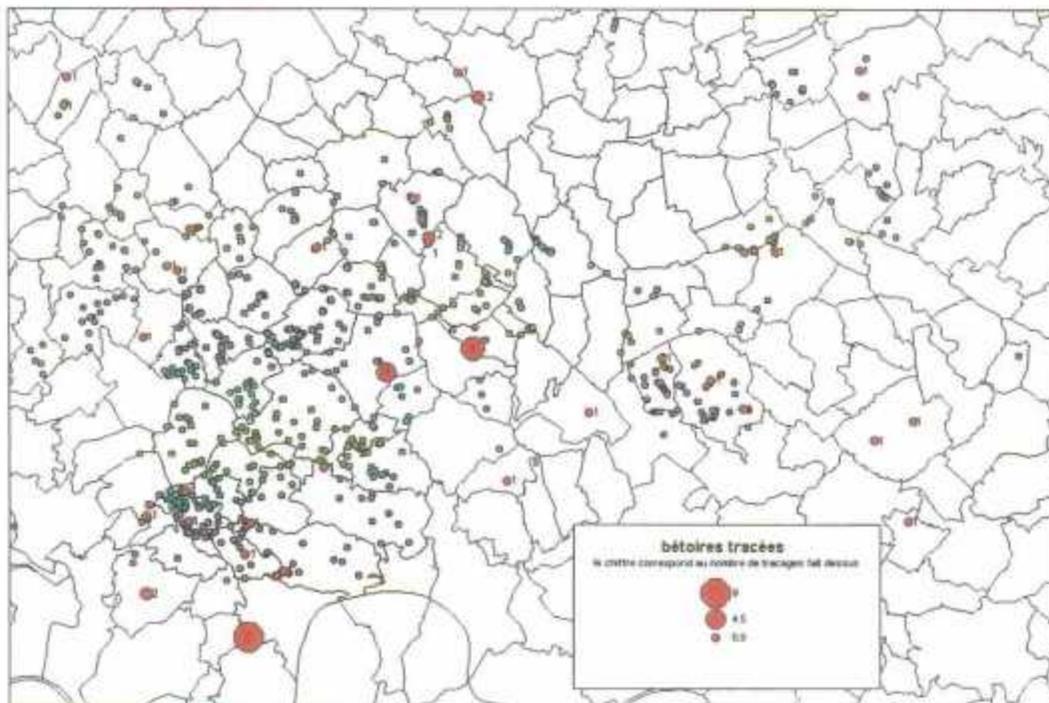


Figure 19 : Bêtoires tracées

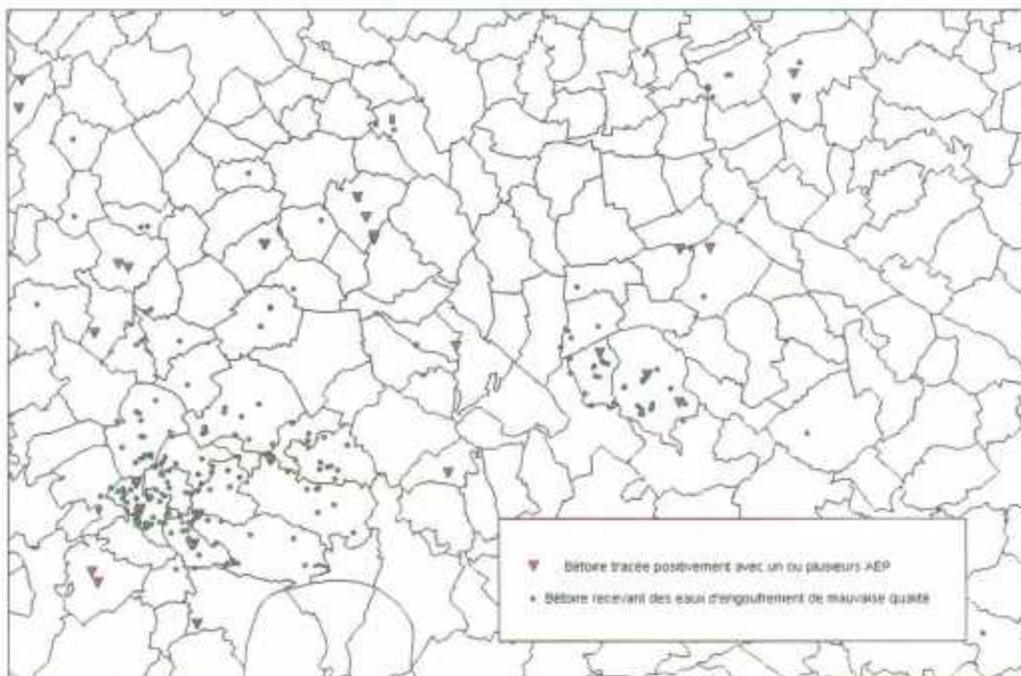


Figure 20 : Bêtoires tracées positivement, en relation avec un AEP et/ou avec des eaux d'engouffrement susceptibles d'impact

5.3.7 Contexte géomorphologique

	fiches zone test	%	total base	%
Amorce de versant	132	26.9	252	25.0
Fond de vallée humide (hors lit de rivière)	0	0.0	17	1.7
Fond de vallée sèche	187	38.2	402	40.0
Plateau	146	29.8	269	26.7
Versant	25	5.1	66	6.6
Total	490	100	1006	100

Tableau 13 : Contexte géomorphologique des bétoires

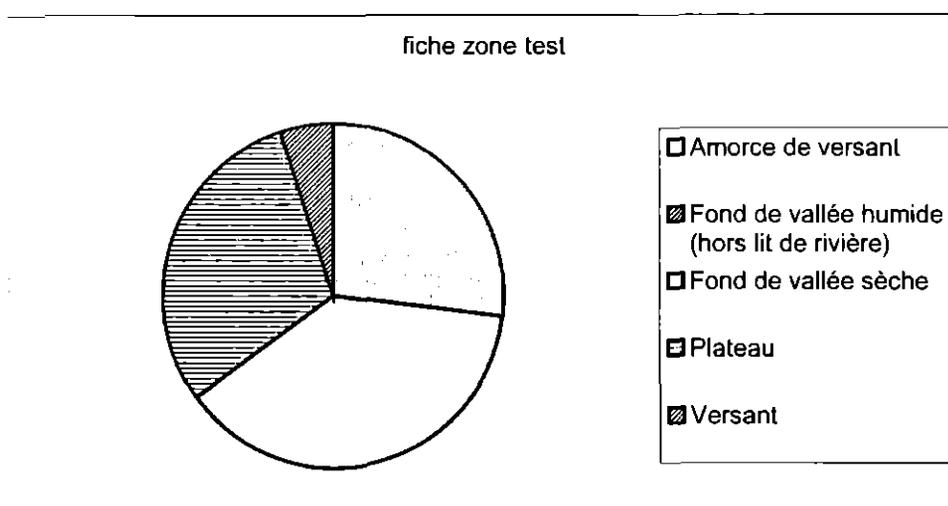


Figure 21 : Répartition des bétoires par géomorphologie

Le tableau n°13 montre que les résultats sont équivalents sur la zone d'étude comme sur la totalité de la base, aussi nous étudierons uniquement la zone d'étude.

Sur les 500 bétoires présentes sur la zone test, 490 ont été renseignées. Ce champ est bien rempli, car facile à lire sur carte topographique (consultée de manière systématique pour permettre entre autres la détermination des coordonnées X, Y, Z). Cependant, ce champ est assez subjectif. Ainsi, on constate qu'une bonne partie des bétoires est située en fond de vallées sèches (38%), sinon elles se répartissent également de façon importante entre les plateaux et les amorces de versant (30% et 27%). Moins souvent, on en trouve dans les versants (5%). Très près se situent dans les vallées humides (0% dans la zone test).

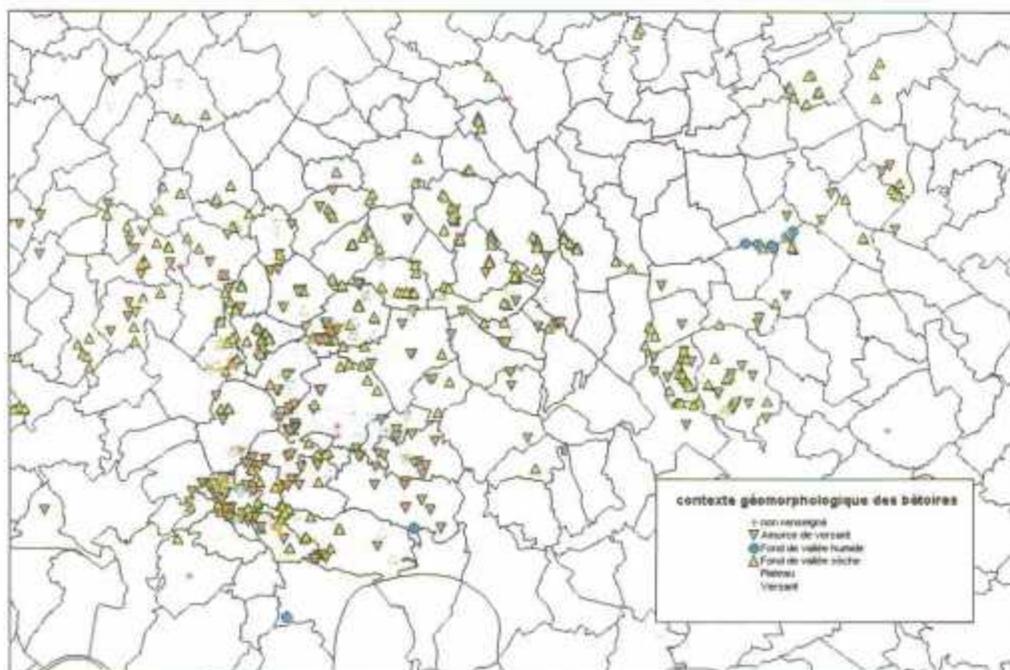


Figure 22 : Géomorphologie des bétaires sur la zone d'étude

5.4 EXUTOIRES

La plupart des données (1354 sur 1450) dans la base proviennent d'un déversement automatique des données numériques de la BSS. Ces données numériques sont souvent pauvres alors que les renseignements sur les fiches papiers s'avèrent beaucoup plus riches : un complément de saisie depuis les fiches BSS vers la base pilote sera effectué, qui rendra les analyses statistiques plus pertinentes qu'actuellement.

5.4.1 Recensement des exutoires

Exutoires recensés dans la base	1450	Exutoires sans n° BSS	16	Exutoires sur zone d'études	23
---------------------------------	------	-----------------------	----	-----------------------------	----

	Infoterre	bss papier	Rapport	total dépouillé
Exutoires dépouillés	1354	65	136	1 555
%	87.1	4.2	8.7	100

Tableau 14 : Exutoires recensés

Sur 1 555 exutoires dépouillés, 1450 ont été enregistrés dans la base. La principale source d'information est Infoterre (87.1%).

Seuls 16 exutoires ont été saisis sans n° BSS, cependant cela ne veut pas dire qu'ils ne font pas partie de la BSS, mais qu'ils n'ont pas pu être regroupés pour le moment. La zone d'étude est pauvre en exutoires : seulement 23, ce qui n'a rien de surprenant vu le contexte géomorphologique dominant (plateau), sur ce périmètre.

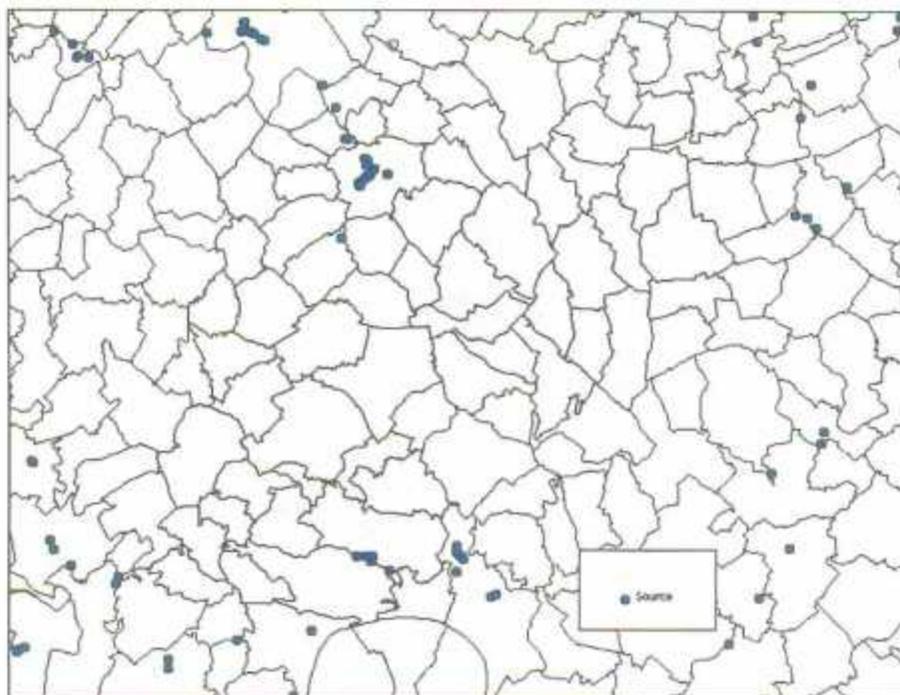


Figure 23 : Répartition des exutoires sur la zone d'étude

5.4.2 Caractéristique des exutoires

Les statistiques de ce chapitre sont basées sur les exutoires qui n'ont pas été saisies grâce au déversement automatique d'Infoterre. Le nombre d'exutoires concernés est au nombre de 96.

Isolé / groupé

Isolé	29
Groupé	29
Inconnu	38
Total	96

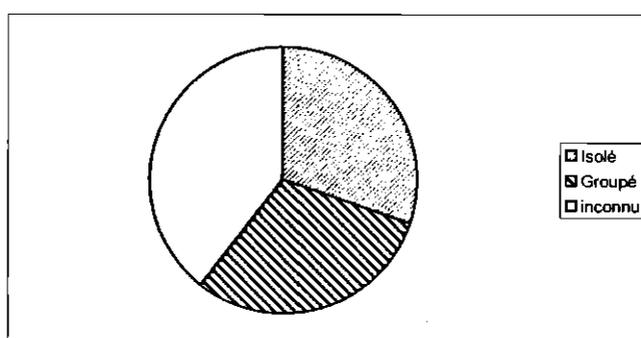


Figure 24 : Exutoire isolé ou en groupe

La répartition est homogène dans les trois catégories.

Points de sortie

Diffus	13
localisé(s)	35
Inconnu	48
Total	96

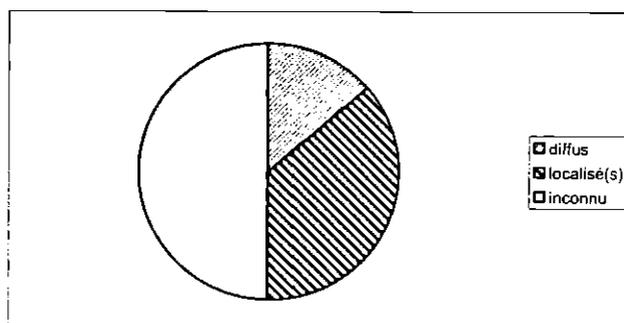


Figure 25 : Contexte du point d'émergence

La majorité des exutoires ne sont pas renseigné sur ces champs. Une bonne partie est classée en localisé (35%).

Contexte de sortie

Inconnu	71
Occulte	4
Ponctuelle (sans éléments structuraux guides)	3
sur fissure(s), sur faille(s) ou sur diaclase(s)	18
Total	96

Tableau 15 : contexte ponctuel d'émergence

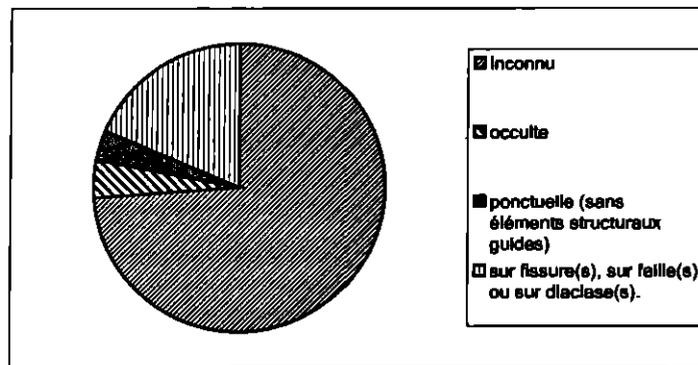


Figure 26 : Contexte ponctuel d'émergence

Ce champ est peu renseigné. Lorsqu'il est, il correspond le plus souvent à une émergence sur fissure.

Nature de l'émergence

	9
	3
	12
	72
total	96

Tableau 16 : Nature de l'émergence

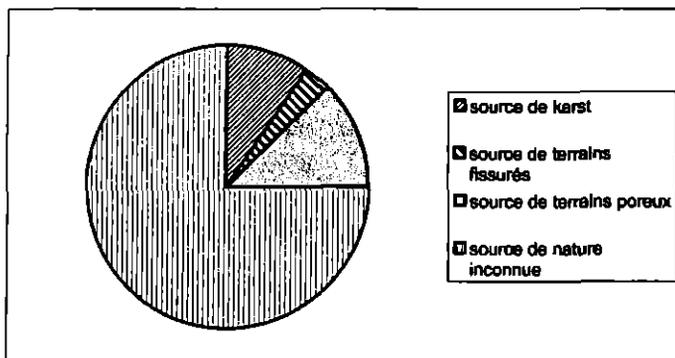


Figure 27: Nature des sources

Ce champ est rarement bien renseigné. On note une proportion importante de sources de karst et de terrains poreux. Dans les fiches, où ce champ est renseigné (quand il est renseigné), il ne semble pas que cela ait été fait avec une grande rigueur, et l'information reste assez subjective.

Contexte géomorphologique

[Pattern]	16
[Pattern]	1
[Pattern]	22
[Pattern]	4
[Pattern]	2
total	45

Tableau 17 : Contexte géomorphologique

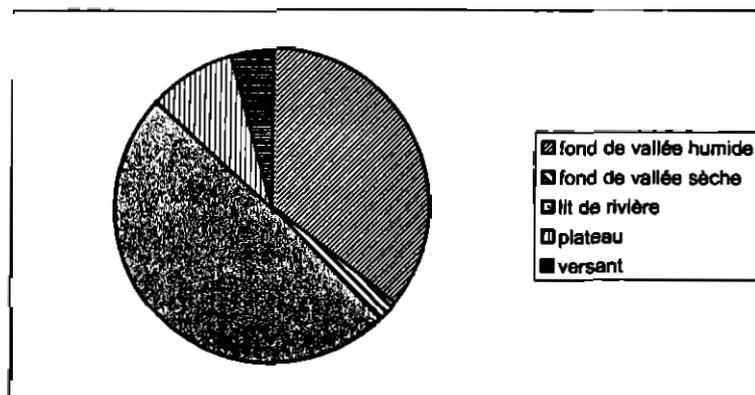


Figure 28 : Contexte géomorphologique

La moitié des fiches exutoires prises en compte pour cette étude statistique a été renseignée au niveau du contexte géomorphologique. On constate qu'une grande partie est située dans le lit de rivière ou dans les fonds de vallées humides. De manière moins fréquente, on en trouve sur les plateaux, sur les versants, ou dans les vallées sèches.

Classe de source

	5
	7
	2
	5
	2
Total	21

Tableau 18 : Classes de source

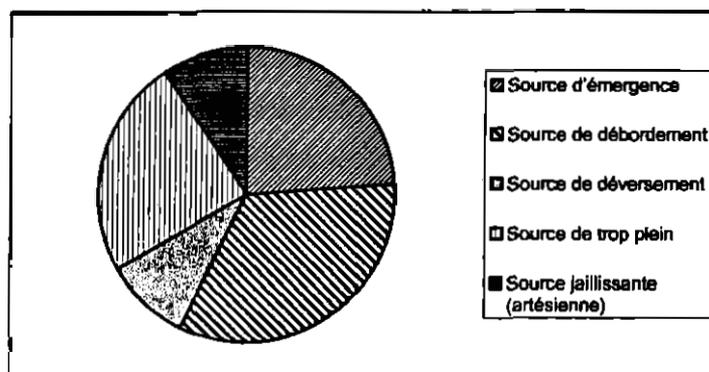


Figure 29: Classes de source

Peu de fiches ont ce champ renseigné (seulement 21). On constate dans des proportions plus ou moins équivalentes, une majorité de :

- source de débordement,
- source d'émergence,
- Source de trop plein.

En plus petite proportion, on trouve les sources de déversement et les sources jaillissantes. Attention : ces résultats se basent sur une quantité de données particulièrement faible.

Utilisation de la ressource

captée - agro-alimentaire	
captée - usage domestique	4
captée - Adduction Eau Industriel	3
captée - Adduction Eau Potable	39
captée - alimentation d'une fontaine	1
captée - irrigation agricole	2
non captée	17
Total	75

Tableau 19 : Utilisation des exutoires

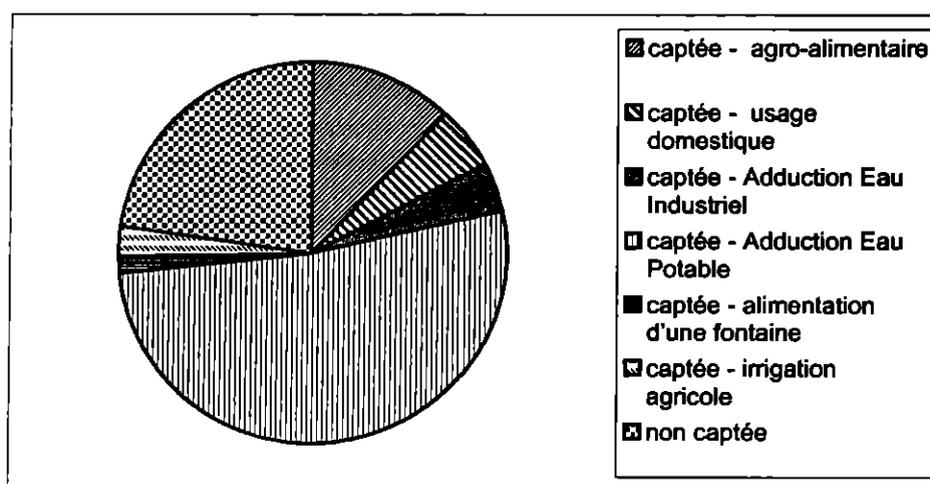


Figure 30 : Utilisation des exutoires

Ce champ est bien renseigné. Une majorité des sources qui ont été recensées, sont ou ont été utilisées comme AEP. Les utilisations les plus fréquentes après l'usage AEP sont, l'agro-alimentaire (cressonnière fréquentes), l'usage domestique, les eaux industrielles, l'irrigation agricole... Une partie assez importante reste non captée. Les fiches BSS n'étant pas systématiquement mises à jour, un nombre non négligeable de captages de ces exutoires souvent assez vulnérables a été depuis abandonné (pour l'usage le plus sensible, l'AEP).

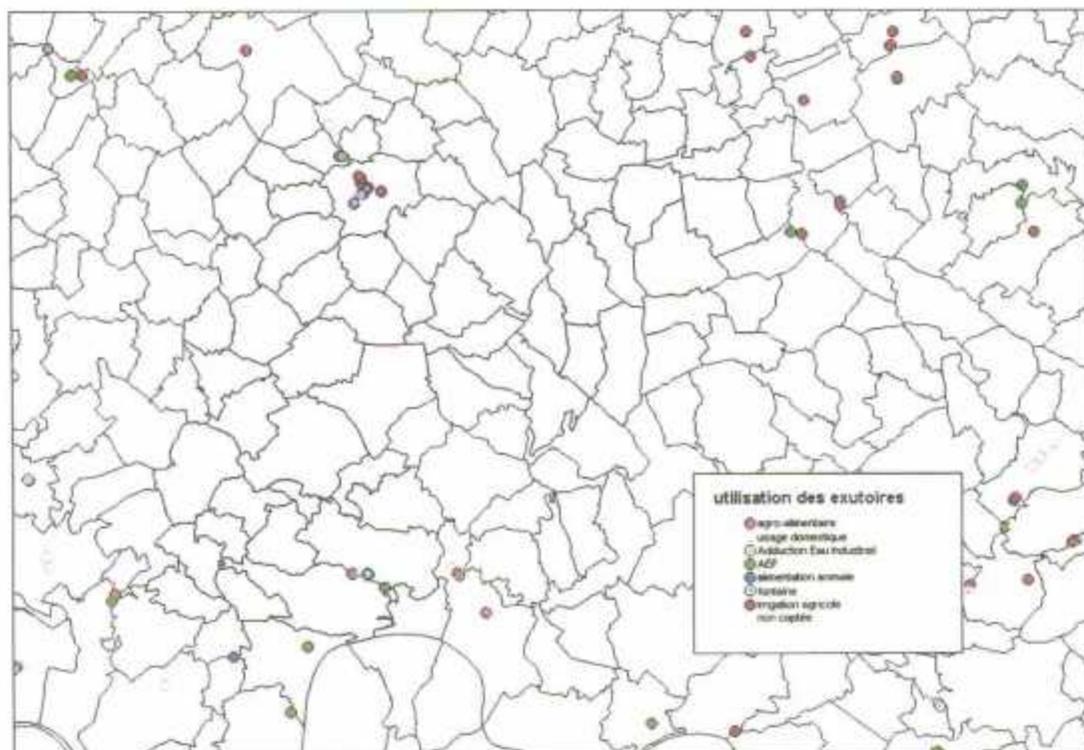


Figure 31 : Utilisation des exutoires sur la zone d'étude (d'après les informations souvent anciennes de la BSS)

Aménagement

Aménagé	54
Inconnu	33
Naturel	9
Total	96

Tableau 20 : aménagement des exutoires

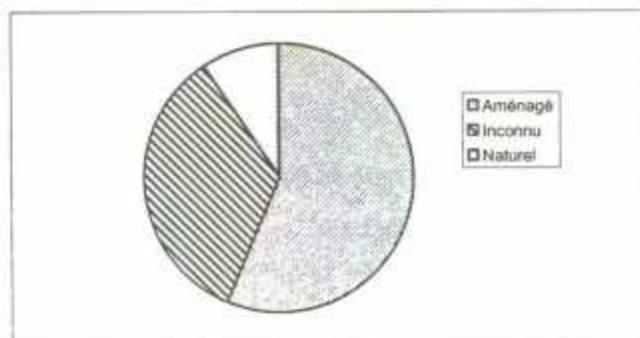


Figure 32 : Aménagement des exutoires

Exutoires tracés :

Les sources utilisées pour l'AEP ont fait l'objet souvent de traçages. Parmi ces traçages, un certain nombre de restitutions avérées du traceur ont pu être observées.

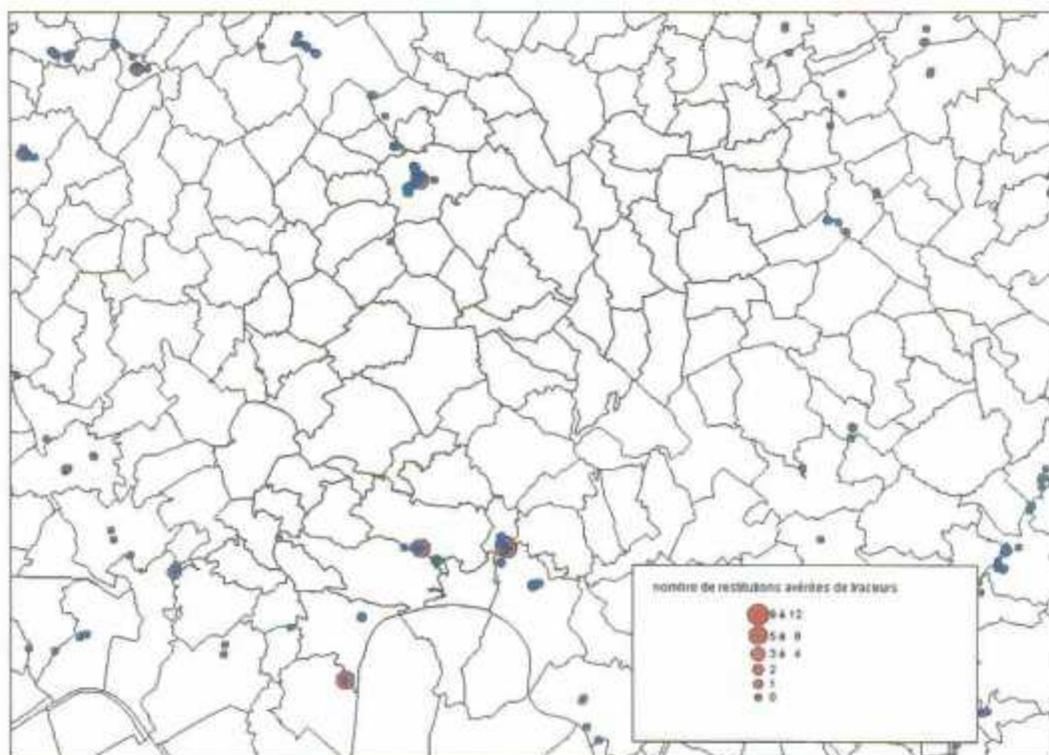


Figure 35 : Nombre de restitution observées de traceurs sur les exutoires lors des opérations de traçage

5.5 TRAÇAGES

5.5.1 Traçages par date d'injection

	nbre	%
Aucune date	15	10.4
<01/01/1960	1	0.7
01/01/1960-01/01/1970	2	1.4
01/01/1970-01/01/1980	17	11.8
01/01/1980-01/01/1990	73	50.7
01/01/1990-01/01/2000	28	19.4
>01/01/2000	8	5.6
Tota	144	100

Tableau 24 : Répartition des traçages par date

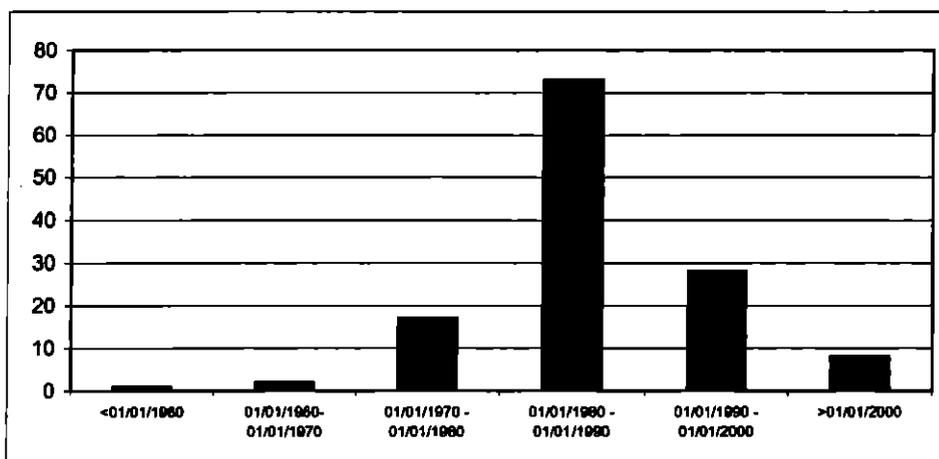


Figure 36 : Histogramme des dates de traçages

35 des 46 rapports de traçages dépouillés sont des rapports BRGM.

Très peu ont été réalisés avant 1970.

La majorité des traçages dépouillés ont été réalisés de 1980 à 1990, période où le BRGM a lancé plusieurs grandes campagnes de traçage pour aider à la caractérisation de la vulnérabilité de l'aquifère de la craie et évaluer l'impact des rejets des stations d'épuration.

Jusque dans les années 1985, la plupart des traçages avaient pour objectif d'évaluer une relation de type OUI/NON entre le point d'injection et le point de restitution, sans qualifier le lien hydrodynamique de manière fiable et précise. Les données qu'on déduisait, notamment la vitesse, n'étaient ni très fiables, ni très précis.

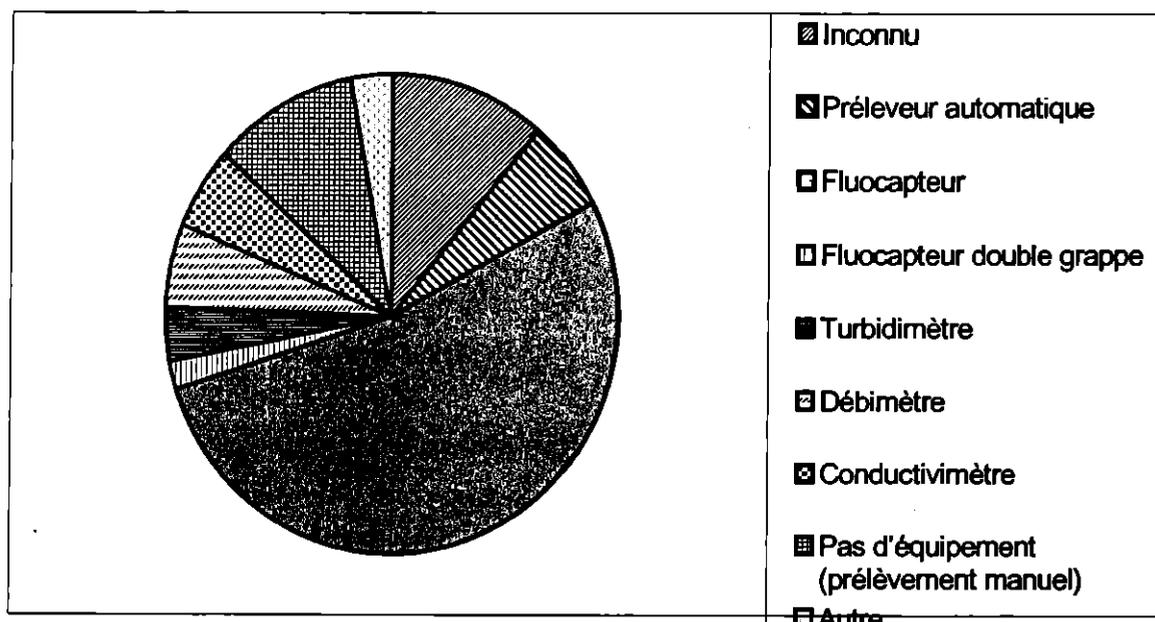


Figure 41 : Type d'équipement de suivi utilisé pour les traçages

Le principal équipement utilisé est le fluocapteur (57.9%). Les autres équipements les plus fréquemment utilisés sont : les prélèvements manuels et le préleveur automatique.

Le nombre d'échantillons quand il est renseigné (186 sur 571, soit 32 %) reste en rapport avec le type d'équipement de suivi mis en place :

	0 à 5	6 à 15	15 à 20	20 à 50	> 50	Inédit	Total
Inconnu	3	1		2	3		63
Prélèvement manuel	6	2		2			58
Fluocapteur	84	46	2	10	6		301
Fluocapteur double grappe		5					12
Préleveur automatique					14		35
Débitmètre							32
Conductivimètre							32
Turbidimètre							20
Autres							18
Total		54	2	12	11	14	571

Tableau 30 : Nombre d'échantillons par type d'équipement de suivi

L'usage des fluocapteurs s'accompagne fréquemment d'un nombre réduit d'échantillon : le suivi qualitatif se limite en effet, sur la base de quelques échantillons, à indiquer si la restitution du traceur a été trouvée ou non.

Le préleveur est synonyme d'un nombre élevé d'échantillons (qui pourront par contre ne pas tous avoir été analysés).

5.5.7 Traçage par type de lien

Pour 49 traçages réalisés, aucun restitution du traceur n'a été observé sur les points de suivi et durant la période d'observation. Pour les 95 autres, la restitution du traceur s'est faite sur au moins un des points de suivi (à la fiabilité des résultats près).

	nbre de fiche	%
traçages +	95	66.0
traçages -	49	34.0
total	144	100

Tableau 31 : Traçages positifs et négatifs

	Nbre de fiche	%
points de suivi +	197	44.0
points de suivi -	251	56.0
total	448	100

Tableau 32 : Points de suivis positifs et négatifs

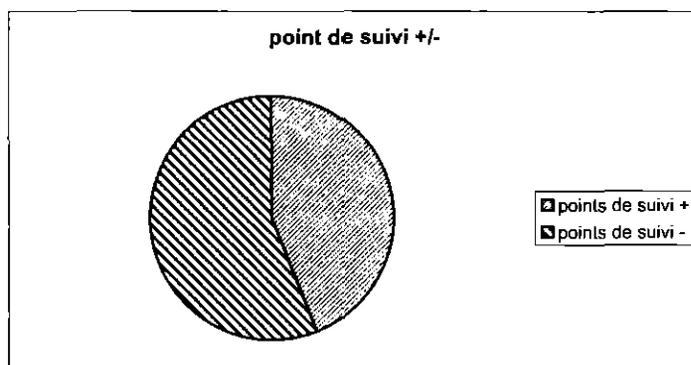


Figure 42 : Points de suivis positifs et négatifs

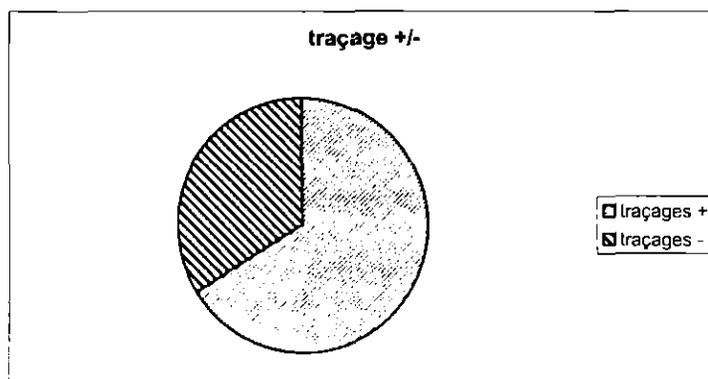


Figure 43 : Traçages positifs et négatifs

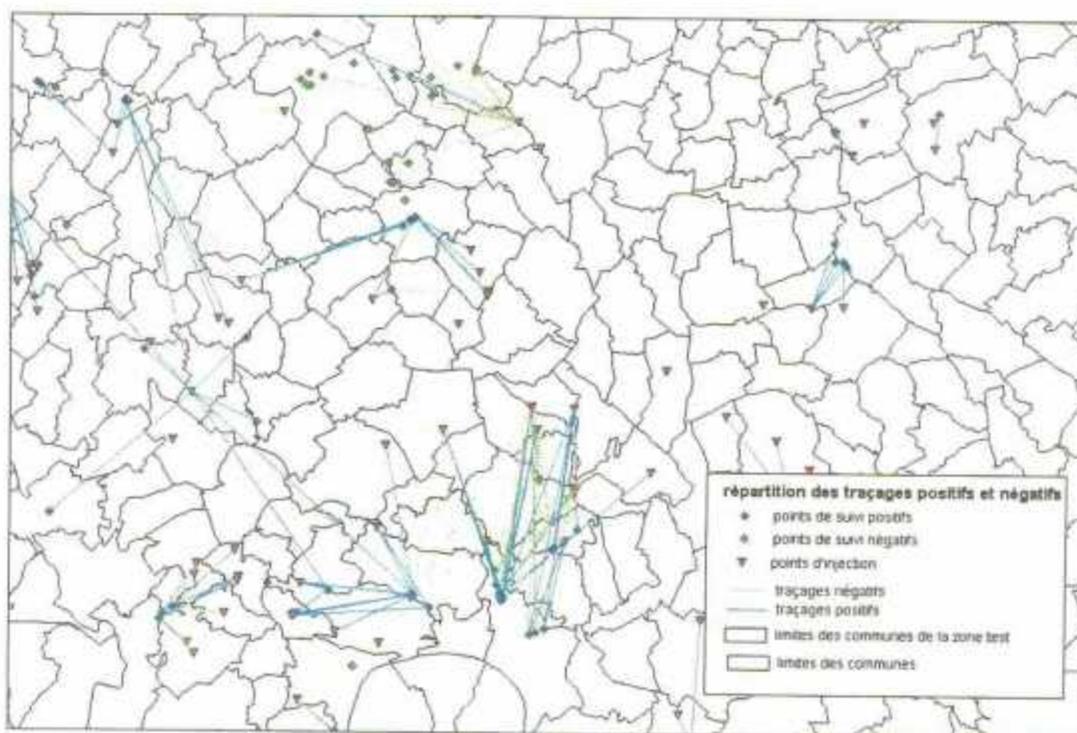


Figure 44 : Carte des tracages (positifs et négatifs)

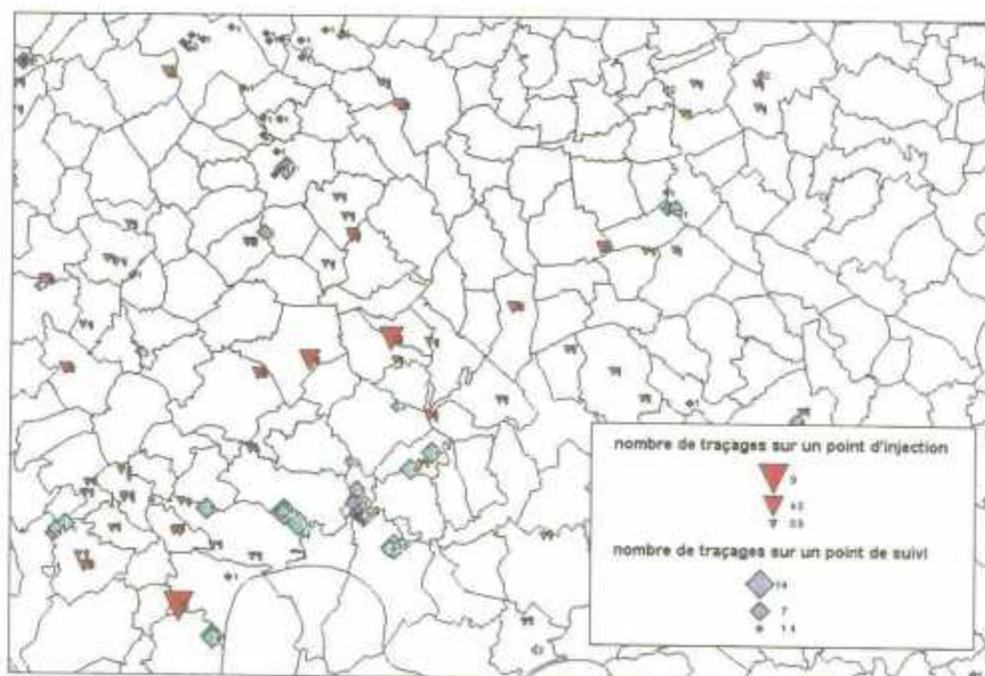


Figure 45 : Nombre de tracages réalisés sur les points d'injection et les points de restitution de la zone d'étude

La majorité des points de suivi sont négatifs (56%), mais la majorité des traçages sont positifs (66%). Pour les traçages positifs, on a en moyenne par traçage 2 points de suivi ayant restitués le traceur.

Traçage par type de lien et par type de traçage

	Positif	% positif	négatif	% négatif	total	% total
Suivi qualitatif	156	39.2	242	60.8	398	100
Suivi Quantitatif	28	77.8	8	22.2	36	100
Suivi Semi-quantitatif	13	92.9	1	7.1	14	100
Total	197		251			

Tableau 33 : Type de lien selon le type de traçage

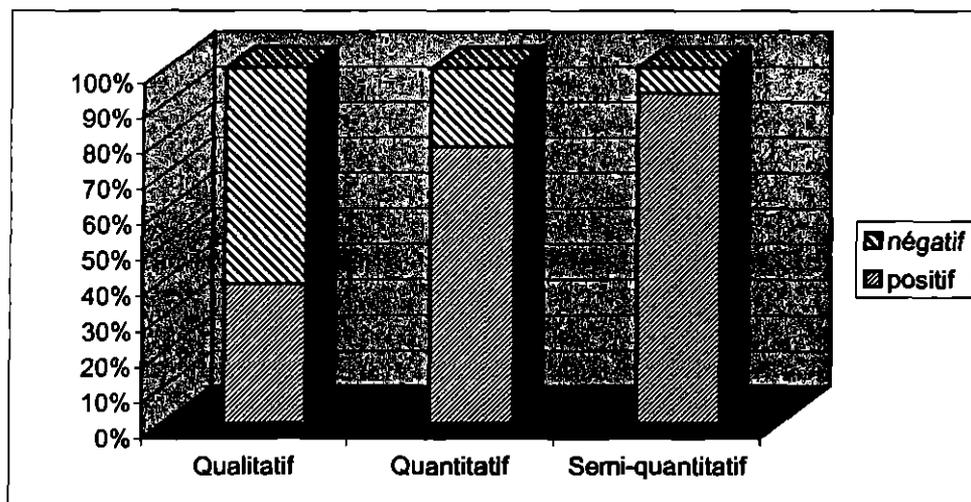


Figure 46 : Type de lien selon le type de traçage

Les traçages quantitatifs et semi-quantitatifs, sont plus souvent positifs que les qualitatifs. La restitution constatée du traceur peut s'avérer en fait être qu'un artefact : le cas le plus classique est celle de la fluorescéine naturelle des algues sur les sources, assimilée à une restitution de fluorescéine. A l'opposé, une faible restitution du traceur risque de passer inaperçue pour un suivi qualitatif.

Traçage par type de lien et durée d'observation

Les traçages se réalisent généralement dans un périmètre de quelques kilomètres autour du point d'injection. la durée d'observation est-elle un critère explicatif de certains traçages négatifs ?

	positif	%	négatif	%	total	total %
inconnu	8	15	26	76.5	34	100.0
1]	1	2	4	80.0	5	100.0
2]		0	5	100.0	5	100.0
3-6]	1	2	5	83.3	6	100.0
7-10]	1	2	11	91.7	12	100.0
11 à 10]	3	6	4	57.1	7	100.0
14-20]	9	17	6	40.0	15	100.0
21-25]	6	11	4	40.0	10	100.0
26-30]	17	31	10	37.0	27	100.0
31-35]	2	4	6	75.0	8	100.0
36-40]	5	9	8	61.5	13	100.0
41-60]	1	2	3	75.0	4	100.0
> 60]		0	2	100.0	2	100.0
	54		94		511	

Tableau 36 : type de lien constaté et durée d'observation

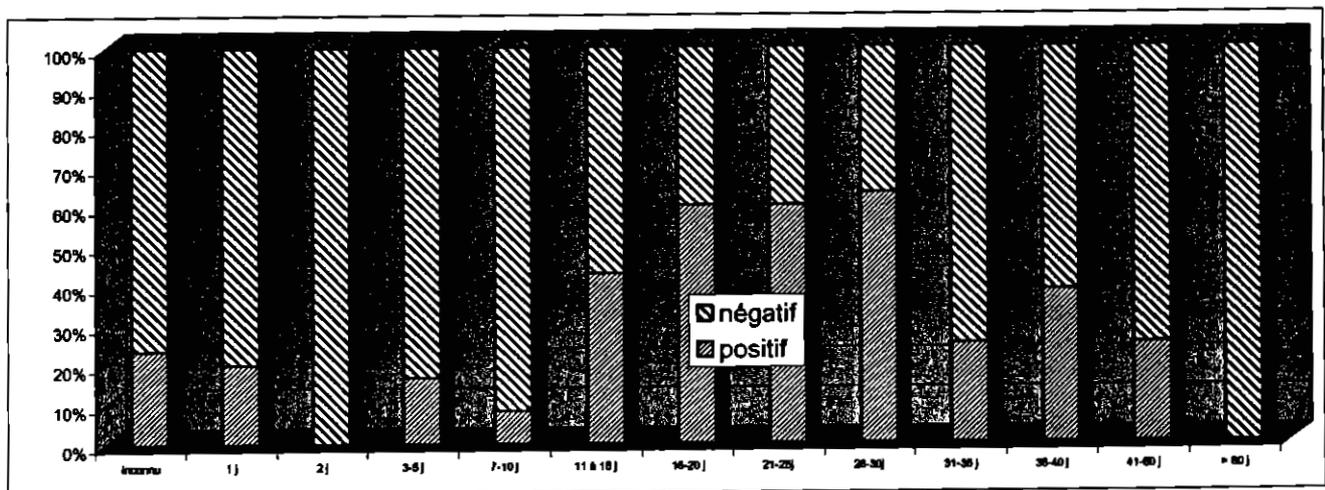


Figure 49 : type de lien constaté et durée d'observation

5.5.8 Traçages par famille de vitesse

Pour 151 des 197 points tracés positivement, on peut donner une idée de la vitesse de première restitution.

famille de vitesse	nbre de point de suivi
0-50	71
50-100	22
100-150	22
150-200	14
200-250	10
250-300	5
300-400	4
400-500	1
500-600	1
>600	1
Total	151

Tableau 37 : Répartition des vitesses par classes

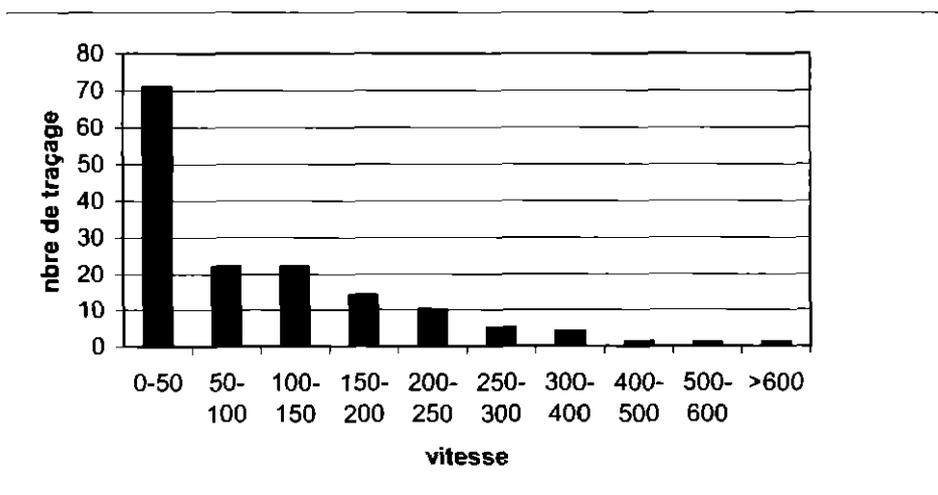


Figure 50 : Diagramme des vitesses observées

La plupart des vitesses de restitution sont comprises entre 0 et 50 m/h. Un tiers des vitesses dépassent les 100 m/h. Les vitesses peuvent atteindre des valeurs très importantes (>600 m/h), avec un record de 630 m/h. Les vitesses de plus de 400 m/h ne sont rencontrés que de manière unique.

Pour les vitesses de moins de 50 m/h, un tiers sont inférieurs à 10 m/h et un bon tiers supérieurs à 20 m/h (et inférieur à 50 m/h).

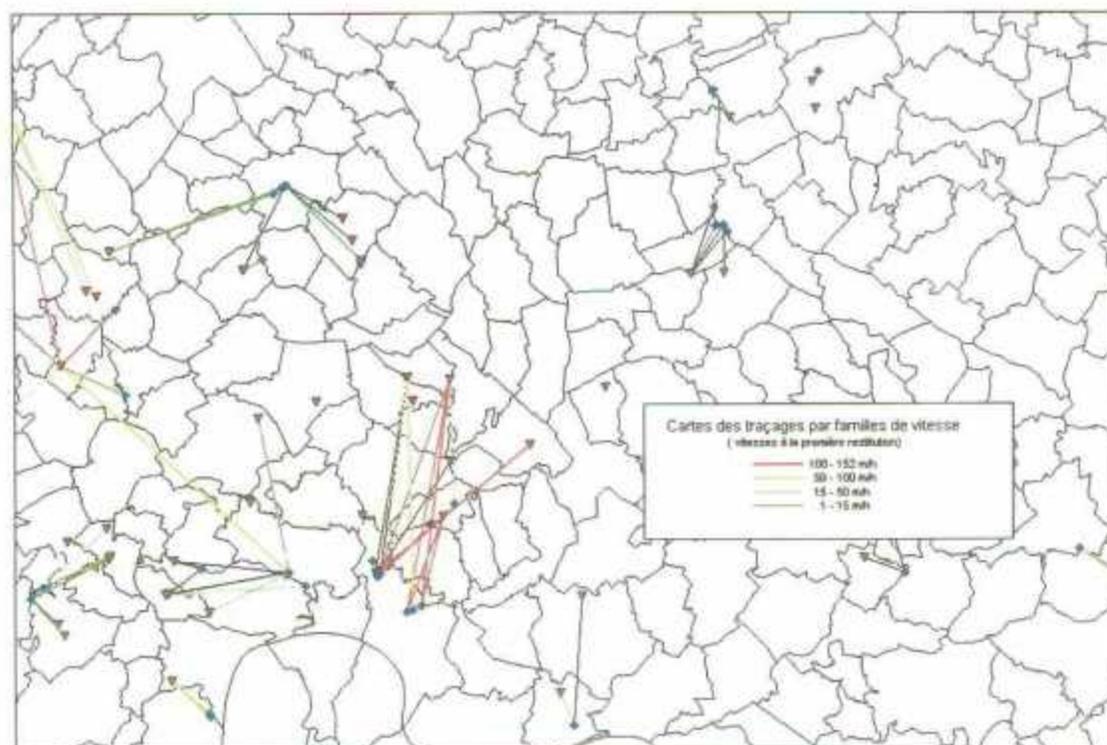


Figure 51 : famille de vitesses pour les traçages positifs

Traçages par nombre de pics

Nbre de pics	Nombre de fiches	%
point de suivi négatifs	251	127.4
1	169	85.8
2	17	8.6
3	6	3.0
4	2	1.0
6	3	1.5
Total	448	100

Tableau 38 : nombre de pics de restitution lors du traçage

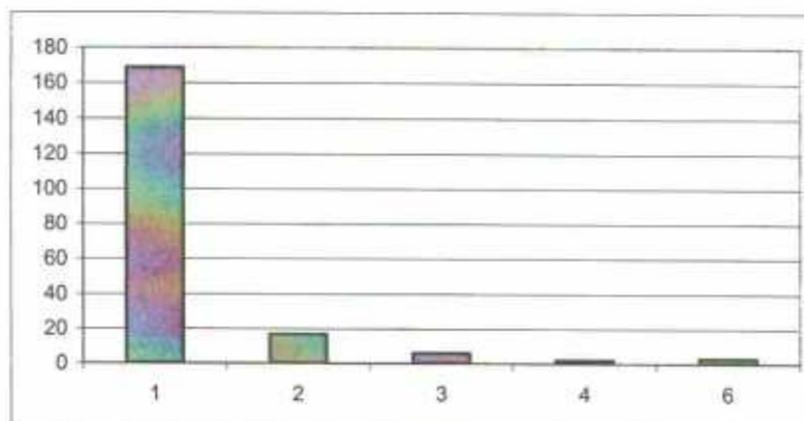


Figure 52 : Diagramme du nombre des pics de restitution du traceur

Sur 197 point de suivi positifs, la très grande majorité ne possède qu'un pic de restitution (85.8%). La présence de plusieurs pics (indiquant autant de cheminements différents du traceur) reste possible et a pu être observé de manière sûre (traceur à suivi au moins semi-quantitatif) jusqu'au moins 3 pics.

Sur les points de suivi avec pompage actif durant le traçage, les multiples pics observés ne sont que le reflet des alternances de phases de pompages et d'arrêt (plus de 20 pics sur le forage de Norville par exemple).

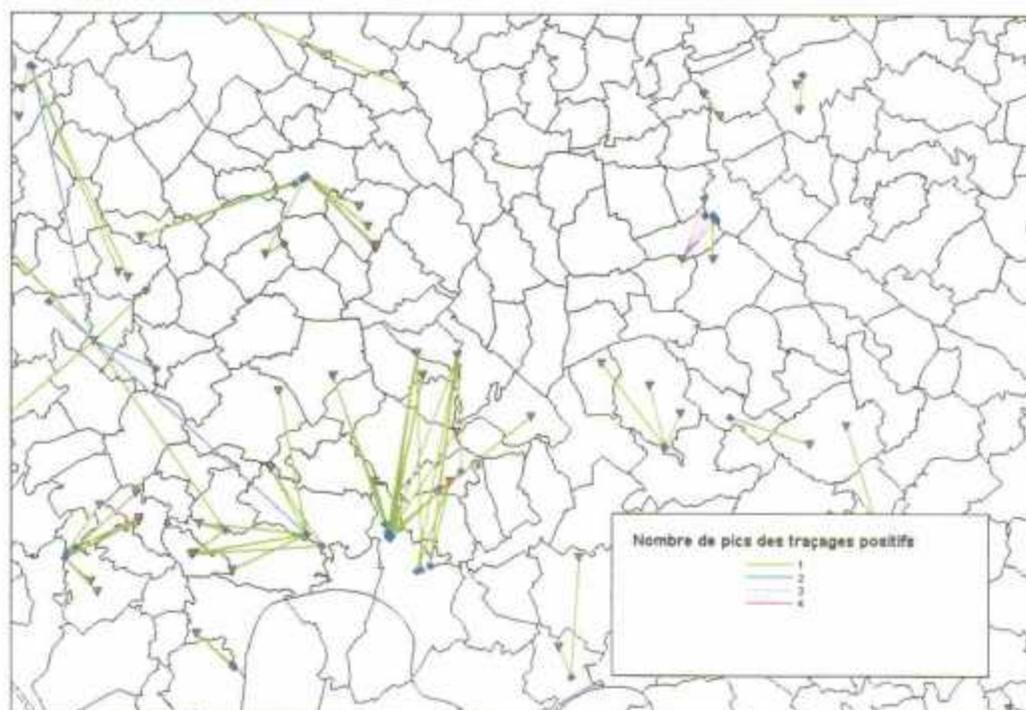


Figure 53 : Nombre de pics de restitution sur les traçages positifs

6 Estimation des fonds bibliographiques et volumes de données

6.1 EXAMEN DES FONDS

12 fonds bibliographiques ont été visités.

De plus, des documents issus des milieux spéléologiques ont même été récupérés auprès de J. Rodel (littérature souvent difficile d'accès, riche en traçages et exutoires, peu connue ou venant détailler des études existantes).

Dans le cadre de l'évaluation du stock bibliographique, il a été examiné à chaque visite d'un service, les volumes et leur localisation physique et la densité estimée des rapports à lire (% dans le volume de rapports à dépouiller). Selon la nature des rapports et l'aspect plus ou moins normatif du contenu (étude de périmètre de protection étude de bassin versant, etc.) et leur ancienneté, on peut estimer la densité utile d'information à examiner. Ceci permet de déterminer un temps de lecture. Ce temps de lecture intègre également le temps de photocopie des cartes et pages intéressantes, le temps de vérifier si le rapport a déjà été examiné dans un autre fonds.

Le temps de déstockage consiste en la saisie sous bordereau papier et sous la base Access (ou saisie directe).

Les incertitudes sur le temps de lecture concernent surtout le nombre d'ouvrages en doublons dans différents fonds : un temps minimum sera nécessaire pour vérifier que l'ouvrage n'a pas été déjà trouvé ailleurs.

Les temps de déstockage se basent sur le temps de lecture et la densité estimée des informations dans les rapports, indépendamment des possibles ouvrages en doublons d'un fond à l'autre: Par contre, il reste très difficile d'évaluer le nombre d'occurrence par rapport (un rapport de même finalité pourra être très variable en nombre d'éléments selon les secteurs étudiés, l'effort de reconnaissance sur le terrain, le BET,...) et donc le nombre de points total qui seront réellement saisis.

Le bilan presque complet de l'ensemble des archives indique les temps de déstockage estimés suivants (tableau n°39) :

- 270 jours de lecture
- 551 jours de saisie

Fonds	Visite du	temps de lecture en jour	temps de déstockage en jour	Total en jour
BRGM		75	150	225
DDAF 27	15/11/02	20	45	65
CG 27	18/12/02	10	20	30
DDE 27- ENV	16/12/02	5	12	17
DIREN	16/01/03	35	75	110
Pôle Sol et Eau	17/01/03	3	5	8
DDAF 76	17/01/03	45	85	130
Univ. Rouen	21/01/03	3	5	8
Feder. Synd. 76	22/01/03	2	2	4
DDE 76-ENV	22/01/03	10	25	35
CR HNO	-	0	0	0
CETE	06/02/03	2	7	9
AESN	03/03/03	35	75	110
CG 76	07/03/03	10	20	30
Milieu spéléologique	30/03/03	15	25	40
		270	551	821

Tableau 39 : Evaluation des temps à consacrer au dépouillement de l'ensemble des fonds bibliographiques

6.2 ESTIMATION DU TEMPS DE DEPOUILLEMENT

Pour compléter cette évaluation du temps de dépouillement qui reste en partie subjective, d'autres approches par analogie nous indiquent que la saisie sous la base pilote indique que les rapports dépouillés, particulièrement riches en données, comportent en moyenne 20 bétoires par rapports et 2.5 traçages en moyenne par rapport de traçage. Les rapports de traçage représenteraient de 10 à 15 % du nombre total de rapports. Ces moyennes sont à prendre comme des moyennes hautes.

La zone d'étude test de la phase pilote, fait sur un déstockage complet du fond BRGM relatif à la zone et complété de quelques documents externes, indique en résultats pour un total de 60 communes:

- 550 points (bétoires, exutoires,...)
- 46 traçages
- et 100 rapports BRGM sur la zone.

On peut estimer au moins à 20 % l'information manquante au BRGM sur cette zone pour les bétoires et 10 % au moins pour les traçages.

Pour 1400 communes environ (on peut estimer à l'équivalent de 20-30 communes la zone non crayeuse du Pays de Bray et le cœur du plateau de Madrie), on aboutirait par analogie à un total de :

- 16 000 points (bétoires et exutoires)
- 1 250 traçages
- 2 500-3 000 rapports environ.

Sur la base des temps moyens de dépouillement (32 bétoires par jour, 4 traçages par jour), on arrive à un total de 809 jours (chiffage par nombre).

Sur une base de 2 heures de temps (lecture + saisie) par rapport d'étude sans traçage (90 % estimé du stock de rapport) et 3 heures en moyenne par rapport contenant 1 ou plusieurs traçages), on arrive pour 3 000 rapports à dépouiller à 800 jour de travail (chiffage par rapport).

Si on examine le fonds de la DDAFF 27 qui est mis à jour en permanence des infirmations nouvelles fournies aux services de police des eaux, il se chiffre à un total de 7000 bétoires environ, 1 350 documents, dont 150 rapports de traçages, souvent du BRGM (ces rapports étant en partie des rapports de campagnes de traçage, on aboutit en moyenne à 2 traçages par rapport). De plus, la zone comporte 550 exutoires. Avec une marge d'au moins 20 % de documents non en possession de la DDAFF 27, on arrive pour les deux départements à un total estimé de :

- 17 500 points bétoires,
- 750 traçages,
- 3400 rapports,

soit un temps de travail variant entre 780 jours (chiffage par nombre), et 880 jours (chiffage par document, pour 3 400 rapports)

Le fonds BRGM (1700 rapports concernés) peut être estimé à 50 % pour les points (bétoires) et 80 % pour les traçages, ce qui donnerait 3 000 rapports à consulter et à peu près 843 jours de travail (chiffage par rapport).

Il n'a pas été possible de comptabiliser précisément le nombre de rapports dans les grands fonds bibliographiques (DIREN, DISE 76, AESN) mais on peut l'évaluer en première estimation : le nombre total d'ouvrages serait entre 6 000 et 8 000 ouvrages environ. Une grande majorité d'études concernées (Etudes de bassin versant et de rivière, périmètres AEP, Inventaire Communaux des Marnières) sont présents dans au moins 2 fonds bibliographiques, ce qui donnerait une fourchette de 2500 à 3500 rapports différent au total, soit pour une moyenne de 10 bétoires/rapports (90% des rapports) et 2 traçages /rapports de traçage (10% des rapports),

- 22 000 et 32 000 bétoires,
- 500 à 750 traçages.

Le temps estimé de travail de compilation fluctue entre 640 et 900 jours (chiffage par ouvrage) et 810 à 1 100 jours (chiffage par point).

Tous ces approches semblent indiquer des références bibliographiques correspondant à :

- *2 500 à 3500 rapports*
- *16 000 à 30 000 bétoires*
- *entre 600 à 1 200 traçages*
- *entre 150 à 200 points exutoires*

Toutes les estimations par examen des fonds ou approches analogiques sont cohérentes à 25 % d'écart maximum.

On peut donc évaluer raisonnablement le volume restant à (valeurs médianes) :

- **18 000 points (bétoires et quelques centaines d'exutoires)**
- **950 traçages**
- **3 200 rapports à dépouiller**

soit **833 jours** de travail (chiffage par points).

L'incertitude associé à cette valeur resterait de l'ordre de 10 à 15 %.

Dans le chiffage financier du projet d'inventaire, ce temps de déstockage a été arrondi à 830 jours.

7 Chiffrage

Le présent chiffrage est réalisé, en réutilisant la présentation du chiffrage proposé avant la phase pilote.

7.1 ESTIMATION DES COUTS

A Phase bibliographique :

- Gestion de projet (réunions diverses, suivi de projet) sur 3 ans

Chef de projet	5j/an x 3	10 KEuros
Missions		1 KEuros
Achat de jeux de cartes à 1/25 000		1 KEuros
Achat du scan régional IGN à 1/25000 (licence locale et serveur Web)		9 KEuros

Total gestion générale **21 KEuros HT**

- Compilation et saisie des rapports et autres documents :

Sur la base de l'évaluation du stock bibliographique existant fait dans le cadre du pilote (paragraphe précédent), réalisé dans un intervalle de 3 ans.

- 830 j technicien	435.75 KEuros
- Frais de mission sur 180 jours	12.60 KEuros
- Frais divers, copie	5 KEuros

Total compilation et saisie **453.35 KEuros HT**

- Rapports intermédiaires et final

• Rapport annuel (x2), se limitant à faire à l'état de l'avancement de la production durant l'année écoulée	
• 3 j ingénieur /rapport	3.87 KEuros
• 1 j secrétaire /rapport	1.05 KEuros
• Editing /rapport	0.60 KEuros
• Rapport final en fin d'inventaire bibliographique,	
• 5 j ingénieur	3.23 KEuros
• 2 j secrétaire	1.05 KEuros
• Editing	0.50 KEuros
- Frais divers, copie	5 KEuros

Total rapport en phase bibliographique **10.30 KEuros HT**

Il n'est pas prévu le tirage de cartes à grand format. Toute édition de ce type sera à traiter à part, hors du présent projet.

- Première analyse statistique :

En fin d'inventaire historique, il s'agit de faire sur l'ensemble des données bibliographiques, une première analyse statistique et cartographique (répartition et densité de bétoires, carte des traçages positifs et négatif, vitesses, analyse critère des paramètres et de leur sensibilité...)

Le coût de ce poste correspondant surtout à du temps chercheur est mentionné pour mémoire, et peut être dans un premier temps évalué entre 20 et 30 jours ingénieur.

Total estimé : p.m.

- Constitution de la base Oracle et du site Web.

Migration de la base Access vers Oracle, y compris retouches pour ergonomie de saisie, env. 15 jour mois ing. informaticien	9.68 KEuros
Constitution et habillage du site Web, 10 j. ing.	6.45 KEuros
Intégration des nouvelles données reçues après déstockage initial des fonds (test des protocoles de mise à jour et saisie), sur une base forfaitaire de 15 j. ing. (sur 3 ans)	9.67 KEuros
Déversement initial après déstockage bibliographique et tests sur Web : 5 j ingénieur	3.22 KEuros
Mission (10 AR Orléans – Rouen)	1.5 KEuros
Total site Web	30.52 KEuros HT

B Phase terrain (sur 3 ans) :

• Gestion de projet (réunions diverses, suivi de projet) sur 3 ans

Chef de projet	5j/an x 3	10 KEuros
Missions		1 KEuros

Total gestion générale **11 KEuros HT**

• Point terrain (sur 3 ans) :

Ce chiffrage est un a priori : un examen du temps passé après le démarrage de cette tâche devra être vérifié par le comité de pilotage pour ajustement et modifications du cahier des charges en conséquence. Cette phase permet un complément des paramètres sur les éléments connus, de recenser de nouveaux éléments non connus en bibliographie, mais aussi s'avère indispensable pour permettre un recollement efficace des éléments de la bibliographie.

Sur la base de 2 j terrain/commune, environ 755 com. x 2 = 1510 j pour le 27¹ et 675 com. x 2 = 1350 j pour le 76², soit 2860 jours de terrain qui pourraient être organisé ainsi :

15 stagiaires universitaires/an en charge d'un secteur, à raison de 4 mois de stage (40 j terrain + 40 j rapport/saisie – soit 4 mois de stage - et confection de bordereaux complémentaires), soit 20 communes par stage, soit 20 x 3 x 15 = 900 communes traitées par les stagiaires sur les 1430 communes au total.

sur la base pour 1 stage = 4 000 Euros (coût stagiaire/ 4 mois) + 800 Euros missions +150 Euros / mois location PC, soit 4 950 Euro/stage

Total 45 x 4.95 KEuros 222.75 KEuros HT

Technicien pour réalisation partielle points terrain (le reste, soit 530 communes) représentant 1060 j de travail, soit 2 techniciens/an sur trois ans environ + 140 Euros frais mission/commune.

Soit 630.7 KEuros HT

Temps de coordination chef de projet/expert : 10 j/an
soit 30 j ingénieur, y compris missions 24.15 KEuros HT

Soit un total point terrain de **877.6 KEuros HT**

¹ Seules 4 des 759 communes de l'Eure, situés intégralement sur les terrains tertiaires du plateau de Madrie ne sont pas à visiter.

² 23 des 698 communes de Seine Maritime sont situés intégralement dans des terrains non crayeux et ne justifient pas d'être inventoriées.

- Rapports intermédiaires et final

Rapport annuel (x2), se limitant à faire à l'état de l'avancement de la production durant l'année écoulée

3 j ingénieur /rapport 5.16 KEuros

1 j secrétaire /rapport 1.05 KEuros

Editing /rapport 0.60 KEuros

Rapport final en fin de phase terrain,

8 j ingénieur /rapport 3.23 KEuros

2 j secrétaire /rapport 1.05 KEuros

Editing / rapport 0.50 KEuros

Total rapports en phase terrain 12.23 KEuros HT

- Administration et mise à jour de la base et du site Web, au-delà de l'inventaire historique.

Maintenance informatique de la base

sur une base forfaitaire de 1 j. ing. informaticien / an

soit 3 jours

1.94 KEuros

Mise à jour de la base des données, par ajout des compléments des données nouvelles fournies ou récupérées, sur une base forfait de 5 j. ing. /an.

soit 15 jour ingénieur

9.67 K Euros

Total Mise à jour Forfaitaire

11.61 KEuros HT

Il n'est pas prévu le tirage de cartes à grand format. Toute édition de ce type sera à traiter à part, hors du présent projet.

TOTAL GENERAL

● Phase inventaire bibliographique :	
Total gestion de projet	21.00 KEuro HT
Total compilation et saisie	453.35 KEuro HT
Total première analyse statistique	p. m.
Total informatique (Oracle, site Web)	30.52 KEuro HT
Total rapport	10.30 KEuro HT
Montant total phase inventaire bibliographie	518.17 KEuro HT
Augmentation annuelle des prestations de 2%, soit en moyenne 2 % sur 3 ans	10.36 KEuro HT
Total phase inventaire bibliographie HT	528.53 KEuro
TVA (19.6 %)	103.59 KEuro
Total phase Inventaire bibliographie TTC	632.13 KEuro
● Phase terrain :	
Total gestion de projet	11.00 KEuro HT
Total point de terrain	877.60 KEuro HT
Total rapport	12.33 KEuro HT
Total administration et mise à jour de la base (données nouvelles externes)	11.61 KEuro HT
Montant total phase terrain	912.54 KEuro HT
Augmentation annuelle des prestations de 2%, soit en moyenne, 8 % sur les 3 dernières années	73.00 KEuro HT
Total phase terrain HT	985.54 KEuro
TVA (19.6 %)	193.17 KEuro
Total phase terrain TTC	1 178.71 KEuro
● Total Inventaire	
Total phase inventaire bibliographie	528.53 KEuro HT
Total phase terrain	985.54 KEuro HT
Total général projet inventaire HT (à répartir sur 6 ans)	1 514.08 KEuro
TVA (19.6 %)	296.76 KEuro
Total Inventaire TTC	1 810.84 KEuro

Soit un coût annuel approximatif de 252.35 KEuros HT/an dont le BRGM pourrait contribuer à financer à hauteur de 25 % du montant total, soit 63.09 KEuros HT/an sur 6

Le plan de financement impliquera de décomposer le coût d'annualisation du projet, le global étant intégré dans ce total.

7.2 PLANNING PROPOSE (DELAIS)

Comme ces inventaires historiques sont des tâches lourdes et coûteuses en temps homme de recherche, un phasage annuel est à envisager en démarrage d'inventaire avec un temps homme par an à consacrer au projet et une production quantifiée, mais sans vocation exhaustive de résultats en fin d'années

Le premier stade de l'inventaire historique sera de toutes façons un recueil des données archivées, associé éventuellement à un courrier de demande d'information aux mairies.

Phasage proposé :

- Années 2004/2005 :
Prise en compte des données (examen compilation)
Saisie des données sur base documentaire fournie
Constitution du site Web
Test du site Web avant ouverture au public à partir des données déjà saisies
- Années 2006 :
Vérification/ajustement de la base et du site Web
Poursuite de la compilation et fin de la compilation
Poursuite de la saisie
Livraison inventaire historique avant terrain sur site Web
Premières analyses statistiques
- Année 2007 :
Début des visites terrain
Compléments de saisie bordereaux
- Années 2008 - 2009 :
Poursuite des visites terrain
Renseignement des bordereaux complémentaires et corrections des données déjà saisies si nécessaire
Analyses statistiques pour faire émerger des règles de comportement si possible
- Année 2009 :
Rédaction du rapport final

	2004/2005	2006	2007	2008	2009
Base de données		Vérification/ajustement de la base			
Renseignement des bordereaux	Démarrage	Fin saisie	Compléments éventuels		
Saisie des données	Démarrage	Poursuite	Poursuite	Poursuite	Fin
Visites terrain par communes			Début	Poursuite	Fin des visites
Premières analyses Statistiques	Début	Résultats publiables			
Site Web et Base Oracle	Conception/réalisation/test	Ajustement du site Web définitif			
Rédaction de rapports		Listing de l'inventaire historique et cartes			Rapport final

Tableau 40 : Planning proposé

8 Conclusion

La plupart des captages d'eau potable (AEP) de Haute-Normandie sont situés sur les zones « productives » de l'aquifère de la craie, c'est-à-dire au niveau des écoulements d'eau en relation avec le milieu fissural / karstique. Le milieu karstique permet, grâce aux points d'entrée de l'eau situés en surface (« bétoires »), à des eaux turbides (et/ou soumises à d'autres altérations : nitrates, pesticides, ...) de pénétrer dans l'aquifère crayeux régional.

Pour une meilleure gestion de la ressource, il apparaît indispensable de pouvoir inventorier l'ensemble des éléments du karst, à savoir les bétoires et exutoires et leurs relations éventuelles (traçages)

Compte tenu de l'ampleur estimée du travail d'inventaire, des incertitudes quant aux nombreuses données bibliographiques existantes (nombre et volume, état, accès, localisation...), il a été décidé de préparer l'inventaire régional dans une phase pilote, objet du présent rapport, afin de :

- concevoir, construire, tester et valider l'outil d'inventaire (base de données), à l'aide de données réelles,
- préciser les temps de dépouillement et de saisie nécessaires
- évaluer les principaux fonds bibliographiques publics régionaux pour préciser les volumes de documents à déstocker, le nombre de données à saisir, et au total, le temps nécessaire au déstockage de ces fonds,
- chiffrer plus précisément l'inventaire en terme de temps, coûts, délais et planning.

Après une conception sous forme de bordereaux de saisie, une base de données ACCESS a été construite, testée et validée : un guide utilisateur de la base a été spécifiquement rédigé (rapport BRGM RP-52343-FR de mai 2001).

Le test et la validation de la base s'est fait par saisie de données réelles, concentrées en priorité sur une zone d'étude prédéfinie du Pays de Caux (Seine Maritime). La base renferme, après le pilote :

- 2 595 points bétoires
 - 1 450 points exutoires
 - 144 traçages (et 706 points de suivi, 40 points d'injection autre que bétoires).
 - 142 références bibliographiques consultées dont 64 ayant donné lieu à déstockage.
- Les temps moyens de dépouillement ont pu être estimés à 15 minutes par point bétoire, 20 minutes par point exutoire et 2 à 3 heures par traçage (points de traçages inclus)

Après examen de 13 fonds bibliographiques publics, les volumes d'archives bibliographiques restants à déstocker ont été estimés aux fourchettes suivantes :

- entre 2 500 à 3 500 rapports
- entre 16 000 à 30 000 bétoires
- entre 600 à 1 200 traçages
- entre 150 à 200 points exutoires

On peut donc évaluer raisonnablement les volumes (valeurs médianes) restant à déstocker, à une incertitude résiduelle de 10 – 15 % :

- 18 000 points (bétoires et quelques centaines d'exutoires)
 - 950 traçages,
 - 3 200 rapports,
- soit 830 jours de travail.

Dans une première phase d'inventaire surtout bibliographique, l'inventaire historique nécessitera de plus de réaliser les tâches suivantes :

- le transfert de la base Access sous Oracle,
- le développement d'un serveur Web associé, I
- la mise en place et la validation de protocoles de mise à jour de la base pour les données nouvelles arrivant après déstockage initial
- rapports annuel d'avancement et rapport final

Cette première phase de l'inventaire est estimée à un montant total H.T de 530 KEuros, pour une durée de réalisation de 3 ans.

La suite de l'inventaire consistera principalement en un travail complémentaire d'inventaire sur terrain, dont les modalités resteront à définir en fonction des résultats de la phase bibliographique.

Un premier chiffrage par défaut de cette seconde phase de l'inventaire régional est donné, considérant une visite systématique de l'ensemble des communes et une durée moyenne de 2 jours par commune. Cette seconde phase de l'inventaire intègre également la poursuite de la mise à jour de la base par les nouvelles données bibliographiques externes, et les rapports d'avancement et final associés.

Cette seconde phase de l'inventaire atteint un montant total H.T de 985 KEuros, pour une durée de réalisation de 3 ans

Une première valorisation des données déjà saisies dans la base bétoire a été réalisée dans le présent rapport. L'échantillonnage des données déjà saisies n'étant pas représentatif, tous les documents issus de cette valorisation (bilan statistique, cartes) n'ont qu'une valeur illustrative. Ces illustrations offrent un aperçu des possibilités de valorisation qui pourrait réaliser à l'issue de l'inventaire régional.

Bibliographie

AREAS (Association Régionale pour l'Etude et l'Amélioration des Sols) (date inconnue) - Schémas de principe pour l'aménagement de bétoires.

CALBA F. (1980) - Hydrogéologie du karst crayeux du Pays de Caux (France). Etude de deux bassins. Thèse de l'Université de Rouen. 180 p.

CHARRIERE G. (1987) - Traçages bactériens en aquifère karstique. Laboratoire municipal du Havre. 30 p.

CHEMIN J., HOLE J.-P., PECKRE M., et VIDARD I. (1991) - Atlas et notice de l'atlas hydrogéologique de la Seine Maritime, BRGM, 66p., 2 planches, 2 annexes datant de 1981

CHEMIN J., HOLE J.-P., PECKRE M., et PERNEL F. (1991) - Atlas et notice de l'atlas hydrogéologique de l'Eure, BRGM, 72p., 2 planches, 2 annexes datant de 1981

DE LA QUERIERE P. (2000) - Aquifère crayeux de Haute-Normandie, version provisoire, 4p.

DE LA QUERIERE P. (2000) - Comblement de bétoire de la craie en Haute-Normandie. Note technique. 3 p., 3 fig.

DE LA QUERIERE P. (2002) - Utilisation de bétoires pour évacuer des eaux de surface. Note technique 3p. , 1 fig.

DE MARSILLY G. (1981) - Hydrogéologie quantitative. Masson ed., 215 p.

DOUYER C. (2000) - Une démarche collective. Pôle compétence SOL et EAU Haute-Normandie Plaquette de documentation.

DOUYER C. (2000) - Une démarche individuelle et citoyenne. Pôle compétence SOL et EAU Haute-Normandie. Plaquette de documentation.

DOUYER C. (2000) - Les bétoires en Haute-Normandie. Pôle compétence SOL et EAU Haute Normandie. Plaquette de documentation.

FOUCAULT A., RAOULT J.-F. (1980) - Dictionnaire de géologie, Masson ed.

FOULEX J.N (1989) AFBSN - Délégation de Rouen. Turbidité des eaux d'alimentation en Haute-Normandie 17 p., 9 fig. 5 tab.

JOLY F. (1997) - Glossaire de géomorphologie. Base de données sémiologiques pour la cartographie, Armand Colin ed.

LALLEMAND-BARRES A. (1984) - Traceurs artificiels en hydrogéologie. Rapport BRGM 84SGN319EAU, 66p.

LEBOULANGER T. (1984) - Travaux de recherche des rôles et conséquences des circulations karstiques sur la pollution des captages d'Adduction en Eau Potable. Etude de l'alimentation des SIAEP de la région de Beuzeville et de Pont-Audemer-Saint-Germain-Village. Rapport Résumé. Université de Rouen. 20 p. 7 fig. 3 tab.

MARGAT J. (1972) - Terminologie hydrogéologique, propositions pour un dictionnaire. Rapport BRGM, 136 p.

MARGAT J. et PALOC H. (1965) - Mode d'emploi du dossier source, instruction pour l'inventaire des sources. Rapport BRGM DS.65.A17, 20 p.

MARGAT J. (1972) - Terminologie hydrogéologique . Proposition pour un dictionnaire. Rapport BRGM 72SGN203AME, 136 p.

MASSEI N. (2001) - Transport de particules en suspension dans l'aquifère crayeux et à l'interface craie/alluvions. Thèse de l'université de Rouen. 189 p., 129 fig. 12 photos.

RICO G. (1990) - Hydrogéologie de la craie : le système aquifère karstique de l'Aubette (Seine Maritime). Circulations rapides et caractérisation de la turbidité des eaux souterraines. Thèse de l'Université de Rouen. 249 p., 100 fig., 13 tab.

SCHOELLER H. (1955) - Hydrogéologie, cours de l'I.F.P. Editions Technip.

VANDEWIELE A (1999) - Origine et traitement de la turbidité en Seine-Maritime Etude environnementale appliquée à 8 captages sensibles. Mémoire DESS Univ. Picardie Jules Verne. 202 p., 64 fig. , 26 tab., 36 photos.

Annexe 1 :

**Compte-rendu de la réunion finale du
comité de pilotage du pilote d'inventaire
régional Haute Normandie des bétoires,
traçages et exutoires**

**Compte rendu de réunion du 6 Juin 2003
Réunion final du comité de pilotage
Pilote d'inventaire régional Haute Normandie
des Bétaires, Traçages, et exutoires**

Présents :

B. LEROY, F CALBA, AESN Seine Aval
E. EQUILBEY, P LEBRET, BRGM Haute-Normandie (SGR HNO)
V. FEENY, DIREN Haute Normandie
Y BARDET, Fédération des Syndicats d'adduction en eau potable et des bassins versants de la Seine Maritime

Excusés :

F TROMAS, DISE 76
G THIVET, DRDAF HNO
Mme GAUTHIER CR HNO

Absents :

A GERVAIS, DDAF 27
N. MASSEI, J.-P. DUPONT, Université de Rouen
P DANOIS, CG 76
M GRILLA, CG 27

Présentation générale :

A l'issue de la présentation générale (15 transparents), le Comité de Pilotage acte de la réalisation des trois principaux objectifs du pilote (construction validation par saisie réelle d'une base de données, évaluation des fonds bibliographiques, rechiffrage de l'inventaire régional proprement dit)

Le chiffrage de l'inventaire après la phase pilote est le suivant :

- 1 : Phase bibliographique
sur 3 ans, pour un montant total de 540 KEuros HT
- 2 : Phase terrain
sur 3 ans, pour un montant total de 990 KEuros HT

Une valorisation des données (bilan statistique et cartographique) a été effectuée pour monter les possibilités de résultats et conclusions à tirer de l'inventaire. quelques exemples ont été montrés en séance. Cette valorisation sera présentée dans le rapport final.

Les premiers livrables ont été fournis : compte rendus d'avancement et de réunion et guide d'utilisateur. Le rapport final est en fin de rédaction et sera édité d'ici fin juin 2003. Ce rapport final et la base (CD-ROM) seront livrées au début juillet 2003.

Discussion :

Les discussions sur le chiffrage de l'inventaire ont surtout porté sur deux aspects :
- la phase terrain (2^{ème} phase de l'inventaire)
- la question de la mise à jour (déjà évoquée lors des précédentes réunions)

Si l'intérêt pour l'inventaire de disposer de données fiables et complète issus du terrain est indiscutable, la DIREN s'interroge sur la pertinence que cette phase dans son intégralité soit assumée par le BRGM seul. Le service géologique régional considère que certains inventaires de terrain déjà réalisés ou en cours (cf. ceux de Lechevalier) sont suffisamment fiables pour ne pas nécessiter de nouvelles visites.

Il a été décidé dans un premier temps de se limiter à la phase bibliographique de l'inventaire et de regarder ensuite, au vu des résultats, sur quels secteurs un contrôle terrain sera nécessaire.

La question de la mise à jour a été évoquée depuis le début par le comité de pilotage et a été intégrée dans le projet d'inventaire : l'effort principal reste à l'immédiat avant tout de réaliser cette inventaire.

Le BRGM a rappelé que la mise à jour sous-entend du temps, ce qui implique un financement donc de l'argent.

Si cette mise à jour doit être régulière, il faut pas se leurrer sur le fait qu'il s'agit alors plus d'une opération ponctuelle isolée, mais bien d'une logique de fonctionnement (quelle que puissent être les modalités permettant de limiter les coûts).

Trois schémas sur la rythmicité de mise à jour sont possibles :

les nouvelles informations sont fournies au fur et à mesure au BRGM, avec convention de mise à jour en ligne.

des mises à jours plus systématiques mais moins fréquentes (par exemple tous les 3 ans) sur projet spécifique.

Chacun met à jour dans un module locale , avec déversement régulier dans la base centrale.

Selon les organismes, les modalités peuvent être les suivant (par ordre croissant de travail pour le BRGM) :

les données déjà numérisées sur une base Oracle : le travail du BRGM ne consiste alors qu'en un déversement sous Oracle avec contrôle de la cohérence de la saisie

les données fournies sous forme de bordereaux de saisies remplies

les données fournies sous forme brute (rapport)

L'expérience du BRGM montre qu'en général, il est très difficile aux organismes (services de l'Etat ou territoriaux, Etablissement publics) d'avoir la capacité d'assurer sur le long terme ces tâches quotidiennes de fond : il faut rester méfiant vis à vis de ce schéma théorique de mises à jour délocalisées auprès d'acteurs dont ce n'est pas la mission directe.

Dans l'état actuel du projet proposé, il a été budgeté un forfait de 15 jours sur les 3 ans de la phase bibliographique, qui serviront à tester et valider les protocoles de mises à jour. A l'issue de cette phase de test, il devrait être possible de définir des modalités pour envisager la mise à jour pérenne de l'inventaire.

Les financeurs potentiels présents à la réunion de comité de pilotage (BRGM et AESN) souhaitent poursuivre au-delà de la phase pilote, mais en élargissant le plan de financement de l'inventaire à d'autres partenaires financiers. Une réunion en septembre 2003 aura pour but de cerner les financeurs du projet.

Annexe 2 :

**Dernier compte-rendu d'avancement de la phase
pilote (fourni en cours de projet)**

Projets Phase Pilote Inventaire régional HNO Bétoires, traçages, exutoires

Compte rendu d'avancement n°4 – 5 mai 2003

Début du projet (première conception de la base) : fin avril 2002 – juin 2002

Le projet a démarré en anticipation des signatures définitives (juin 2002) par la conception de la base pilote Inventaire, base élaborée sous forme de bordereaux de papier et de ces lexiques associés.

Ce travail conceptuel d'élaboration de la base (champs et lexiques) a été discuté, corrigé et validé lors de la première réunion du Comité de Pilotage du 04 juin 2002.

Suite à cette première étape, il avait été décidé d'attendre les signatures définitives et leur notification pour poursuivre le projet (test de la base papier, construction et test de la base informatique)

Temps consommé (réunion comprise) :
Equibey Edouard : 11 j ing.

Démarrage du projet : août 2002- octobre 2002

Après la notification en juillet, il a été mené de front :

- la construction informatique de la base
- le test de la base papier

Construction informatique de la base :

D. Legendre, géologue informaticien au BRGM-Orléans, a été chargé de construire la base informatique. Il a démarré en fin août 2002.

La première version est sortie à la mi-septembre 2002. Après quelques tests (E. Equibey) et quelques allers et retours de version, la version 0.3 de la base était opérationnelle sur toutes les thématiques (bétoire, traçage, exutoires) à la mi-octobre 2002.

La saisie sous la base informatique Access est devenu possible à cette date. En parallèle, la base a continué d'évoluer au fur et à mesure du déstockage et de la saisie des données tests.

D'un point de vue ergonomie informatique, il a été considéré trois types d'objets :
les points (bétoires, exutoires, points de suivi et points d'injection), actuellement tous rangés ensemble,
les traçages,
les références bibliographiques.

Pour chacun de ces objets, il a été attribué une numérotation séquentielle simple.

Temps consommé :

Equilbey Edouard : 5.5 j. ing.

D. Legendre : 13 j. ing

Premiers tests de la base par déstockage sur bordereaux de papier :

P. Jacquot (BRGM \ Rouen) a été chargé de tester les bordereaux papiers de la base tels que validés en juin 2002 par le comité de pilotage, en déstockant des archives.

Le déstockage complet de l'étude Lechevalier sur le bassin versant de la Sainte Gertrude (SIAEP de Caudebec en Caux), fourni par l'AESN, a permis de tester la fiche bétoire (176 fiches créées) : la fiche bétoire telle que validée est bien renseignée et la base n'avait demandé que quelques petites retouches mineures (exposées dans les précédents comptes rendus

D'un point de vue pratique, le plus long à renseigner est la détermination des coordonnées. Pour l'étude Lechevalier, la détermination s'est fait manuellement. Depuis, la détermination des X, Y se fait par pointage sur des fonds IGN scannés à 1 / 25 000 (CD Bayo, Scan IGN25 encapsulés dans un logiciel spécifique) et permet de gagner très significativement du temps.

L'autre facteur fort consommateur de temps est la lecture des rapports pour en extraire les données utiles.

Le test pour les traçages a été fait avec les traçages les plus anciens, dont le contenu est moins bien maîtrisé que les derniers traçages réalisés par le BRGM. 13 traçages ont ainsi été dépouillés. Là encore, la fiche traçage telle que validée (ainsi que les fiches points de suivis et exutoires) est apparue alors adaptée n'avait demandé que quelques petites retouches mineures sur les lexiques :

D'un point de vue pratique, le dépouillement d'un traçage s'avère actuellement assez long au départ (entre ½ à plus d'une journée par traçage), en cette période de rodage :

préalablement au traçage, il est nécessaire de créer les fiches points (bétoire, points de suivi, exutoire (si le point de suivi est une source)) pouvant être nombreux (jusqu'à plus de 25 points de suivi), que le traçage soit positif ou négatif

le dépouillement des dates de prélèvement est souvent long voire fastidieux (des aménagements sont à prévoir a priori pour limiter cette tâche)

les rapports anciens sont de lecture assez difficile : les informations n'étant pas concentrées dans des tableaux, mais éparses au fil du texte.

Ce premier test a donné lieu à :

- Fiches bétoire (papier) : 186
- Fiches traçage (papier) : 13
- Fiches point d'injection (papier) : 4
- Fiches point de suivi (papier) : 29
- Fiches exutoire (papier) : 19 dont 19 en BSS

Les exutoires identifiés dans les traçages (rapports BRGM) sont tous inventoriés en BSS.

Temps consommé :

E. Equilbey (encadrement) : 1 j ing.

P Jacquot : 15 j tech.

Saisies, tests et évolution de la base Access

Une stagiaire, Magali Boudet, est associée au projet depuis début novembre 2002. Elle a été chargée de tester la nouvelle base informatique : celle ci est devenue suffisamment pérenne pour créer une nouvelle version (version 0.4) permettant de démarrer la saisie pérenne et le déstockage des données, indépendamment des améliorations de l'outil de saisie.

Tests et améliorations sur la base Access Inventaire pilote (novembre 2002 – février 2003):

Les premiers tests sur la nouvelle base ont consisté à valider la saisie des traçages récemment faits par le BRGM, qui pour certains, étaient riches en informations, afin de tester au maximum l'outil de saisie et d'en apprécier les limites, les manques en vue surtout d'améliorer l'outil.

D'un point de vue pratique,

- les données à déstocker étant souvent dispersés dans les rapports, il est souvent plus simple de saisir les informations au fur et à mesure sur les bordereaux de papier avant de saisir sous Access.
- il a été confirmé que la saisie des dates d'échantillonnages est fastidieuse, voire peu faisable si le suivi s'est fait par échantillonneur. Comme vu en comité de pilotage, toutes les dates d'échantillon ne seront pas forcément saisies si elles sont trop nombreuses : seules les dates autour des pics ou des changement de rythme de prélèvement seront alors numérisés.
- La sélection des points de suivi pour un traçage devient vite problématique : la liste des points dans la base ACCESS devenant très vite longue, il devient vite difficile de se repérer dans la liste complète déroulante de points. Une solution à ce problème a été trouvée (les références bibliographiques servant de clé commune d'association entre le traçage et les points du traçage).
- De nombreuses petites retouches de présentation, corrections mineures et facilités de saisies ont été effectuées.
- Un sous menu requêtes facilitant a été ajouté,
- La possibilité d'imprimer les fiches Access après saisie numérique

Dans le cadre de l'inventaire bibliographique, il est apparu illusoire de vouloir chercher à éliminer systématiquement les événements ponctuels en doublons pour les raisons suivantes :

- le positionnement des points est souvent imprécis
- la précision sur la localisation des points (25 m au moins) dépasse souvent l'éloignement entre deux bétaires ou sources voisines
- les autres informations associées aux points sont généralement rares
- certaines des caractéristiques des points sont très variables dans le temps (débit de source, état d'activité d'une bétaire)
- le même point mentionné dans un source bibliographique peut être repris dans un autre rapport sans mention de la source bibliographique initiale et avec ou sans altération des données initiales (dont les coordonnées)

- seul un contrôle terrain permet de localiser le nombre total d'occurrences ponctuels, leurs positionnement relatifs, les possibles ou probables doublons de trop

Néanmoins, lors de la création d'un nouveau point, après saisie des coordonnées, la liste des points situés à moins de 100 m est affichée et les points peuvent être consultés. En cas de certitude évidente que le nouveau point est en effet déjà entré, on peut interrompre l'entrée du nouveau point. Il est également possible de faire par requête des recherches dans un rayon déterminé autour d'un point de la base.

Etant désormais validée et stabilisée (version 0.8C), le guide d'utilisation de la base Access Pilote a été fini à la date du 30 avril 2003. Il est actuellement en cours d'édition et sera livré avant la prochaine et dernière réunion du comité de pilotage.

A ce stade de la phase pilote de l'inventaire, le développement de la base inventaire bétoires, traçages et exutoires est fini. Dans le cadre de l'inventaire régional futur, il est prévu de basculer la base sous Oracle, pour rendre possible la mise à disposition de la base sous Web (la base Access a été construite en prévision du passage ultérieur à Oracle).

Cette bascule sera l'occasion de quelques retouches : le sous menu de requêtes actuel a été prévu pour faciliter la saisie et il mériterait a priori (à vérifier par l'usage) d'être complété pour une consultation plus "tout azimut".

Temps consommé :

D Legendre : 17 j

E. Equibey (encadrement, chef de projet) : 8 j ing. (dont 5 j pour le guide d'utilisation)

P Jacquot : 1 j tech.

Magali Boudet : 37 jours (dont 18 j pour le guide d'utilisation)

Saisie et temps de dépouillement :

La prise en main sous Access et les tests associés ont déjà été l'occasion de remplir la base.

C'est en décembre 2002 que la saisie s'est intensifiée.

Le déstockage et saisie sur les données concerne les documents suivants :

- les 2 études Lechevalier (Bassins versant de l'Ambion et de la Sainte-Gertrude et amont du bassin versant de la Durdent)
- tous les rapports BRGM de 1995 à 2001
- le déstockage complet des données BRGM sur les communes retenues dans le cadre du projet,
- toutes les données sources (1354 exutoires) et autres points AEP (596 forages), issus de la BSS numérique (INFOTERRE) déversés automatiquement.
- les données bétoires inventoriées dans le cadre de l'étude "Aléa Erosion Haute Normandie" n'ont pas fait l'objet d'un déstockage fiable, permettant de réutiliser le fichier de l'époque. Ce fichier ne sera pas réutilisé en l'état.
- Après contrôle, seules les données issues des cartes géologiques ont été correctement saisies dans le cadre de l'étude "Aléa Erosion Haute Normandie". Elles ont été déversées automatiquement (1565 pertes ou indices de pertes).

La plupart des données exutoires connus du BRGM a été numérisé sous Infoterre et de fait a été automatiquement déversé dans la base inventaire bétoire (1354 exutoires) : seule une cinquantaine de sources sur un total de 1400 en BSS n'a pas été saisie sous Infoterre. De plus la saisie numérique de la BSS(sous Infoterre) n'est pas aussi complète que celui de la BSS (format retenu pour l'actuel inventaire) et un complément de saisie sera nécessaire sur les sources déversées dans la base de manière automatique. Des compléments sur les exutoires devraient pouvoir être également fournis par les spéléologues (J. Rodet du CNRS sur Rouen, a déjà livré une partie des données dont il dispose, le reste sera récupéré prochainement).

Total base pilote Access (au 30/04/2003) :

- Fiches bétoires : 2595
- Fiches traçages : 144
- Fiches points d'injection (autre que bétoire) : 40
- Fiches points de suivi : 706
- Fiches exutoires : 1450
- Références bibliographiques : 64

L'ensemble des données prévues au déstockage dans le cadre du projet a été saisi.

Temps consommé :

D. Legendre : 2 jours ing.

E. Equilbey : 1 jours ing.

Magali Boudet : 45 jours

Estimation du temps de dépouillement :

L'estimation des temps de dépouillement reste sensiblement la même que dans le précédent compte rendu mais il est encore trop tôt pour bien apprécier les valeurs moyennes :

Nature	Fiche papier	Transfert Access	Total temps de dépouillement	Moyenne de temps de dépouillement
Bétoire	6 à 20 min	4 à 8 min	10 à 28 min	15 min
Exutoire	6 à 25 min	5 à 10 min	11 à 35 min	20 min
Traçage, incluant les points Du traçage	0 h 30 à 4 h	0.25 à 2.5 h	0 h 45 à 7 h	3 h 00

Le temps de dépouillement est assez variable, selon la lisibilité des rapports, la richesse des informations, la personne qui dépouille, le calcul à la main ou non des coordonnées X, Y, Z....

Pour les points de bétoires, la vitesse moyenne peut être évaluée entre 10 et 20 minutes en moyenne par point. Pour les fiches exutoires, la plupart des points sont renseignés (dossier BSS), ce qui demande plus de temps de saisie que pour les bétoires.

Pour les traçages, la variabilité est beaucoup plus grande, selon qu'on a affaire à un traçage négatif et qualitatif sur 1 à 2 points ou à un traçage avec suivi quantitatif complexe sur 5 à 15 points. En rythme de croisière, la plupart des traçages dépouillés actuellement au BRGM sont surtout qualitatifs et assez peu riches en informations, on arrive actuellement à une moyenne de 4 traçages par jour. En intégrant les traçages plus

compliqués, on peut évaluer très grossièrement en rythme de croisière la vitesse moyenne oscillant entre 3 et 4 traçages par jour.

Valorisation des données saisies :

En annexe 1, un rapide bilan des données saisies a été réalisé.

Outre quelques ébauches de résultats tout à fait intéressants et autres pistes de réflexion, ce bilan permettra de préciser certaines hypothèses pour l'estimation du temps nécessaire au déstockage bibliographique complet (estimation du nombre moyen de bétoires par rapport.....).

De nombreuses cartes, non jointe à l'annexe 1, sont en cours de validation et seront présentées lors du comité de pilotage de juin 2003.

Temps consommé :

E. Equilbey : 1.5 jours ing.

Magali Boudet : 7 jours

Evaluation du stock bibliographique et du travail de déstockage :

Tous les fonds bibliographiques prévus ont été visités.

Des documents issus des milieux spéléologiques ont même été récupérés auprès de M. Rodet (littérature souvent difficile d'accès, riche en traçages et exutoires non connus hors de cette sphère, ou venant détailler les travaux existants).

Un descriptif spécifique à chaque fonds visité est donné en annexe 2.

Dans le cadre de l'évaluation du stock bibliographique, il a été examiné à chaque visite d'un service, les volumes et leur localisation physique et la densité estimée des rapports à lire (% dans le volume de rapports à dépouiller). Selon la nature des rapports et l'aspect plus ou moins normatif du contenu (étude de périmètre de protection étude de bassin versant, etc.) et leur ancienneté, on peut estimer la densité utile d'information à examiner. Ceci permet de déterminer un temps de lecture. Ce temps de lecture intègre également le temps de photocopie des cartes et pages intéressantes, le temps de vérifier si le rapport a déjà été examiné dans un autre fonds.

Le temps de déstockage consiste en la saisie sous bordereau papier et sous la base Access (ou saisie directe)

Les incertitudes sur le temps de lecture concernent surtout le nombre d'ouvrages en doublons dans différents fonds : un temps minimum sera nécessaire pour vérifier que l'ouvrage n'a pas été déjà trouvé ailleurs.

Les temps de déstockage se basent sur le temps de lecture et la densité estimée des informations dans les rapports, indépendamment des possibles ouvrages en doublons d'un fond à l'autre: par contre, il reste très difficile d'évaluer le nombre d'occurrence par rapport (un rapport de même finalité pourra être très variable en nombre d'éléments selon les secteurs étudiés, l'effort de reconnaissance sur le terrain, le BET,...) et donc le nombre de points total qui seront réellement saisis.

Le bilan presque complet de l'ensemble des archives indique les temps de déstockage suivants (tableau n°1) :

- 270 jours de lecture
- 551 jours de saisie

Fonds	Visite du	temps de lecture en jour	temps de déstockage en jour	Total en jour
BRGM		75	150	225
DDAF 27	15/11/02	20	45	65
CG 27	18/12/02	10	20	30
DDE 27- ENV	16/12/02	5	12	17
DIREN	16/01/03	35	75	110
Pôle Sol et Eau	17/01/03	3	5	8
DDAF 76	17/01//0 3	45	85	130
Univ. Rouen	21/01//0 3	3	5	8
Feder. Synd. 76	22/01/03	2	2	4
DDE 76-ENV	22/01/03	10	25	35
CR HNO	-	0	0	0
CETE	06/02/03	2	7	9
AESN	03/03/03	35	75	110
CG 76	07/03/03	10	20	30
Milieu spéléologique	30/03/03	15	25	40
		270	551	821

Tableau n° 1 : Evaluation de temps à consacrer au dépouillement de l'ensemble des fonds bibliographiques

Pour compléter cette évaluation du temps de dépouillement qui reste en partie subjective, d'autres approches par analogie nous indiquent que :

- la saisie sous la base pilote indique que les rapports dépouillés, particulièrement riches en données, comportent en moyenne 20 bétoires /rapports et 2.5 traçages en moyenne/rapport de traçage. Les rapports de traçage représentent 15 % des rapports totaux. Ces moyennes sont à prendre comme des moyennes hautes.

La zone test de la phase pilote, fait sur un déstockage complet du fond BRGM relative à la zone et complété de quelques documents externes, indique en résultats pour un total de 60 communes:

550 points (bétoires, exutoires,...)

46 traçages

et 100 rapports BRGM sur la zone.

On peut estimer à au moins 20 % l'information manquante sur cette zone pour les bétoires et 10 % au moins pour les traçages.

Pour 1 400 communes environ (on peut estimer à l'équivalent de 50-60 communes la zone non crayeuse du Pays de Bray et le cœur du plateau de Madrie), on aboutirait à un total de

16 000 points (bétoires et exutoires)

1250 traçages

2500-3000 rapports environ.

Sur la base des temps moyens de dépouillement (32 bétoires par jour, 4 traçages par jour), on arrive à un total de **809 jour** (chiffage par nombre).

sur une base de 2 heures de temps (lecture + saisie) par rapport d'étude sans traçage (90 % estimé du stock de rapport) et 3 heures en moyenne par rapport contenant 1 ou plusieurs traçages), on arrive pour **3 000 rapports à dépouiller à 800 jours de travail** (chiffage par rapport) .

Si on examine le fonds de la DDAFF 27 qui est mis à jour en permanence, il se chiffre à un total de 7000 bétoires environ, 1350 documents dont 150 rapport de traçages souvent du BRGM (ces rapports étant en partie des rapports de campagne de traçages, ou bien d'un traçage spécifique, en moyenne dans le pilote, chaque rapport contient deux traçages). De plus la zone comporte 550 exutoires. Avec une marge d'au moins 20 % de documents non en possession de la DDAFF 27, on arrive pour les deux départements à un total estimé de

17 500 points,

750 traçages,

3400 rapports,

soit un temps de travail variant entre **780 jours** (chiffage par nombre), et **880 jours** (chiffage par document, pour 3 400 rapports)

Le fonds BRGM (1700 rapports concernés) peut être estimé à 50 % pour les points (bétoires) et 80 % pour les traçages, ce qui donnerait

3 300 rapports à consulter

et à peu près **843 jour** de travail (chiffage par rapport)

Il n'a pas été possible d'évaluer précisément le nombre exact de dossiers dans les grands fonds bibliographiques (DIREN., DISE 76..., AESN....) le nombre de rapports précis, ce qui fait une évaluation assez large du nombre de dossiers au total variant plus de 6 000 et jusqu'au moins 8 000 environ. Une grande majorité d'études concernés (Etudes de bassin

versant et de rivière, Périmètres AEP, Inventaire Communaux des Marnières) sont présents dans au moins 2 fonds bibliographiques, ce qui donnerait bien une fourchette **de 2500 à 3500 rapports au total**, soit pour une moyenne de 10 bétoires/rapports (90%des rapports) et 2 traçages /rapports de traçage (10% des rapports), **22 000 et 32 000 bétoires, 500 à 750 traçages.** Le temps variait entre **640 et 900 jours** (chiffage par ouvrage) et **810 à 1100 jours** (chiffage par point).

Toutes ces approches semblent indiquer des valeurs restants à dépouiller évaluées, **entre 2 500 à 3 500 rapports**
entre 16 000 à 30 000 bétoires
entre 600 à 1 200 traçages
entre 150 à 200 points exutoires

On peut donc évaluer raisonnablement le volume restant à déstocker aux valeurs médianes suivantes :

- **18 000 points (bétoires et quelques centaines d'exutoires)**
- **950 traçages**

soit **833 jours** de travail (chiffage par points), chiffage correspond avec l'évaluation du chiffage du temps par fonds visité

Temps passé :

EE : 9 jours

Gestion du projet :

Animation (compte-rendus, courriers, gestion de projet....) :

E. Equilbey : 4 jours ing.

Chiffrage du projet

Le présent chiffrage est réalisé, en réutilisant la présentation du précédent chiffrage fait *a priori* avant la phase pilote.

Inventaire historique (à l'issue du pilote)

Gestion générale du projet (réunions diverses, suivi) sur 6 ans

Chef de projet	5 j/an x 6 (645 Euros/j)	20 KEuros
Missions		2 KEuros
Achat de jeux de cartes à 1/25 000		1 KEuros
Achat du scan régional IGN à 1/25 000		7 KEuros
Total gestion générale		30 KEuros HT

Phase bibliographique

Compilation et saisie des rapports et autres documents :

Sur la base de l'évaluation du stock bibliographique existant fait dans le cadre du pilote (paragraphe précédent), réalisé dans un intervalle de 3 ans.

- 830 j technicien (525 Euros/j)	435.75 KEuros
- Frais de mission sur 180 jours (70 Euros/ jour)	12.60 KEuros
- Frais divers, copie	5 KEuros

Total compilation et saisie **453.35 KEuros HT**

Rapports intermédiaires et finaux

Rapport annuel (x2), se limitant à faire à l'état de l'avancement de la production durant l'année écoulée

3 j ingénieur /rapport (645 Euros/j)	3.87 KEuros
1 j secrétaire /rapport (525Euros /j)	1.05 KEuros
Editing /rapport (300 Euro /rapport)	0.60 KEuros
Rapport final en fin d'inventaire bibliographique,	
5 j ingénieur /rapport (645 Euros/j)	3.23 KEuros
2 j secrétaire /rapport (525Euros /j)	1.05 KEuros
Editing /rapport (500 Euro /rapport)	0.50 KEuros
- Frais divers, copie	5 KEuros

Total rapport en phase bibliographique **10.30 KEuros HT**

Il n'est pas prévu le tirage de cartes à grand format. Toute édition de ce type sera à traiter à part, hors du présent projet.

Première analyse statistique :

En fin d'inventaire historique, il s'agit de faire sur l'ensemble des données bibliographiques, une première analyse statistique et cartographique (répartition et densité de béttoires, carte des traçages positifs et négatif, vitesses, analyse critère des paramètres et de leur sensibilité...)

Le coût de ce poste correspondant surtout à du temps chercheur est mentionné pour mémoire, et peut être dans un premier temps évalué de 20 à 30 jour ingénieur.

Total estimé : p.m.

Constitution de la base Oracle et du site Web.

Migration de la base Access vers Oracle, y compris retouches pour ergonomie de saisie, env. 15 jour mois ing. informaticien	9.68 KEuros
Constitution et habillage du site Web 10 j ing.	6.45 KEuros
Déversement initial après déstockage bibliographique et tests sur Web : 5 j ingénieur	3.22 KEuros
Gestion du déversement des données acquises en interne, 5 j ing. /ans (sur 3 ans)	9.68 KEuros
Gestion du déversement des données saisies en externe, sur une base de 5 organismes faisant de la saisie (DIREN, DISE76, DDAF 27,CG 76, CG 27), 1 j ing. /an/organisme (sur 3 ans)	9.67 KEuros
Mission (10 AR Orléans – Rouen)	1.5 KEuros
Total site Web	40.2 KEuros HT

Administration et mise à jour de la base et du site Web, au-delà de l'inventaire historique.

(A discuter en comité de pilotage).

Phase terrain (sur 3 ans) :

Point terrain (sur 3 ans) :

Ce chiffrage est un a priori : un examen du temps passé après le démarrage de cette tâche devra être vérifié par le comité de pilotage pour ajustement et modifications du cahier des charges en conséquence. Cette phase permet un complément des paramètres sur les éléments connus, de recenser de nouveaux éléments non connus en bibliographie, mais aussi s'avère indispensable pour permettre un recollement efficace des éléments de la bibliographie.

Sur la base de 2j terrain/commune, environ 759 com. x 2 = 1518 j pour le 76 et 701 com. x 2 = 1402 j pour le 27), soit 2920 jours de terrain qui pourraient être organisé ainsi :

15 stagiaires universitaires/an en charge d'un secteur, à raison de 4 mois de stage (40 j terrain + 40 j rapport/saisie – soit 4 mois de stage - et confection de bordereaux complémentaires) soit 20 communes par stage, soit 20 x 3 x 15 = 900 communes traitées sur les 1460 par stagiaires.

sur la base pour 1 stage = 4 000 Euros (coût stagiaire/ 4 mois) + 800 Euros missions +150 Euros/mois location PC, soit 4 950 KEuro/stage

Total 45 x 4.95 KEuros 222.75 KEuros
HT

Technicien pour réalisation partielle points terrain (le reste, soit 560 communes) représentant 1120 j de travail soit 2 techniciens/an sur trois ans environ + 140 Euros frais mission/commune.

Soit (1120 j x 525) + (560 x 140 Euros) = 588 + 78.4 KEuros = 666.4 KEuros HT

Temps de coordination chef de projet/expert : 10 j/an soit 30 j ingénieur y compris missions

Soit 10 x 805 x3 24.15 KEuros
HT

Soit un total point terrain de 913.3 KEuros
HT

Rapports intermédiaires et finaux

Rapport annuel (x2), se limitant à faire à l'état de l'avancement de la production durant l'année écoulée

3 j ingénieur /rapport (645 Euros/j) 5.16 KEuros

1 j secrétaire /rapport (525Euros /j) 1.05 KEuros

Editing /rapport (300 Euro /rapport) 0.60 KEuros

Rapport final en fin d'inventaire historique,
8 j ingénieur /rapport (645 Euros/j) 3.23 KEuros

2 j secrétaire /rapport (525Euros /j) 1.05 KEuros

Editing / rapport (600 Euro /rapport) 0.50 KEuros

Total rapports en phase terrain 12.23 KEuros HT

Il n'est pas prévu le tirage de cartes à grand format. Toute édition de ce type sera à traiter à part, hors du présent projet.

Total général :

Phase inventaire bibliographique	
Total gestion générale	30.00 KEuro HT
Total compilation et saisie	453.35 KEuro HT
Total première analyse statistique	p. m.
Total site Web	40.2 KEuro HT
Total rapport	10.3 KEuro HT
Montant total phase inventaire bibliographie	533.85 KEuro HT
Augmentation annuelle des prestations de 2%, soit en moyenne 2 % sur 3 ans	10.68 KEuro HT

Total phase Inventaire bibliographie HT	544.53 KEuro
TVA (19.6 %)	106.73 KEuro
Total phase inventaire bibliographie TTC	651.26 KEuro

Phase terrain	
Total phase terrain	913.3 KEuro HT
Total rapport	12.33 KEuro HT

Montant total phase terrain	925.63 KEuro HT
Augmentation annuelle des prestations de 2%, soit en moyenne, 8 % sur les 3 dernières années	74.05 KEuro HT

Total phase terrain HT	999.68 KEuro
TVA (19.6 %)	195.94 KEuro
Total phase inventaire bibliographie TTC	1195.62 KEuro

Total phase Inventaire bibliographie	544.53 KEuro HT
Total phase terrain	999,68 KEuro HT

Total général projet inventaire HT (à répartir sur 6 ans)	1 544.21 KEuro
TVA (19.6 %)	302.66 KEuro
Total phase inventaire bibliographie TTC	1 846.87 KEuro

Soit un coût annuel approximatif de 386.05 KEuros HT/an dont le BRGM pourrait contribuer à financer à hauteur de 25 % du montant total, soit 96.51 KEuros HT/an sur 6 ans.

Planning proposé (délais)

Comme ces inventaires historiques sont des tâches lourdes et coûteuses en temps homme de recherche, un phasage annuel est à envisager lors du pilote avec un temps homme par an à consacrer au projet et une production quantifiée mais sans vocation exhaustive de résultats en fin d'années

Le premier stade de l'inventaire historique sera de toutes façons un recueil des données archivées associés éventuellement à un courrier de demande d'information aux mairies.

Phasage proposé :

- Années 2004/2005 :
Prise en compte des données (examen compilation)
Saisie des données sur base documentaire fournie
Constitution du site Web
Test du site Web avant ouverture au public à partir des données déjà saisies
- Années 2006 :
Vérification/ajustement de la base et du site Web
Poursuite de la compilation et fin de la compilation
Poursuite de la saisie
Livraison inventaire historique avant terrain sur site Web
Premières analyses statistiques
- Année 2007 :
Début des visites terrain
Compléments de saisie bordereaux
- Années 2008 - 2009 :
Poursuite des visites terrain
Renseignement des bordereaux complémentaires et corrections des données déjà saisies si nécessaire
Analyses statistiques pour faire émerger règles de comportement si possible
- Année 2009 :
Rédaction du rapport final

	2004/2005	2006	2007	2008	2009
Base de données		Vérification/ajustement de la base			
Renseignement des bordereaux	Démarrage	Fin saisie	Compléments éventuels		
Saisie des données	Démarrage	Poursuite	Poursuite	Poursuite	Fin
Visites terrain par communes			Début	Poursuite	Fin des visites
Premières analyses Statistiques	Début	Résultats publiables			
Site Web et Base Oracle	Conception/réalisation/test	Ajustement du site Web définitif			
Rédaction de rapports		Listing de l'inventaire historique et cartes			Rapport final

Tableau 1 : Planning proposé

Annexe 3 :

**Liste des références bibliographiques déjà
déstockées**

Rapport final du pilote d'inventaire régional Haute Normandie « Bétoire-Traçage-Exutoire »

N°	Déstockage	Nature :	Référence :	Année	Auteurs :	Titre :	Organismes :
1	NON	document texte	57OUV03	1957	DERCOURT J.	ETUDE DU VAL DE SEINE DE MANTES A HARFLEUR	
2	OUI	document texte	70SGN220PNO	1970	PASCAUD P., ROUX J.C.	ESSAI DE COLORATION SUR LES PUIITS ABSORBANTS DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE CRIQUETOT L'ESNEVAL	BRGM
3	OUI	document texte	70PNO20	1970	ROUX J.C.	ASSAINISSEMENT DE LA VILLE D'YVETOT	BRGM
4	OUI	document texte	71SGN27PNO	1971	ARTIS H., ROUX J.-C.	EXPERIENCE DE COLORATION SUR LA BETOIRE NATURELLE ABSORBANT LES EFFLUENTS DE DOUDEVILLE	BRGM
5	OUI	document cartographique seul	CG0123	1971	BASSOMPIERRE P.	CARTE GEOLOGIQUE D'ELBEUF AU 1/50000	BRGM
6	NON	document texte	72PNO49	1972	DE LA QUERIERE P.	ASSAINISSEMENT DU LOTISSEMENT DU CRET A SAINT-AUBIN-DU-CRETOT	BRGM
7	OUI	document texte	72SGN181PNO	1972	PANEL R., ROUX J.-C.	EVACUATION DES EAUX RESIDUELLES DE LA DISTILLERIE DE FAUVILLE EN CAUX	BRGM
8	NON	document texte	72PNO23	1972	ROUX J.C.	CAPTAGE DU RESEAU AEP DE VILLEQUIER REVISION DES PERIMETRES DE PROTECTION 75-8-38	BRGM
9	OUI	document texte	72SGN276PNO	1972	TIRAT M., PANEL R.	RENFORCEMENT DE L'ALIMENTATION EN EAU DU SYNDICAT DE BOLBEC NORD	BRGM
10	OUI	document texte	72SGN276PNO	1972	TIRAT M., PANEL R.	RENFORCEMENT DE L'ALIMENTATION EN EAU DU SYNDICAT DE BOLBEC NORD (POMPAGE D'ESSAI)	BRGM
11	NON	document texte	73SGN16PNO	1973	ARTIS H., TIRAT M.	DONNEES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES ACQUISES A LA DATE DU 31/12/1970 SUR LE TERRITOIRE DES FEUILLES TOPOGRAPHIQUES A 1/50000 DIEPPE OUEST ET DOUDEVILLE	BRGM
12	OUI	document texte	73PNO94	1973	DE LA QUERIERE P.	EVACUATION DES EAUX PLUVIALES DU LOTISSEMENT COMMUNAL DE SAINTE MARIE DES CHAMPS	BRGM
13	OUI	document texte	73PNO107	1973	DE LA QUERIERE P.	EVACUATION DES EAUX USEES PREALABLEMENT TRAITEE DU LOTISSEMENT HLM DE LA VILLE D'AUTRETOT	BRGM
14	NON	document texte	73PNO95	1973	DE LA QUERIERE P.	EVACUATION DES EAUX VANNES DU LOTISSEMENT COMMUNAL D'YVECRIQUE	BRGM
15	OUI	document texte	73SGN081PNO	1973	TIRAT M., PANEL R.	RENFORCEMENT DE L'ALIMENTATION EN EAU DU SYNDICAT DE BOLBEC NORD	BRGM
16	NON	document texte	74PNO49	1974	DE LA QUERIERE P.	PROBLEMES HYDROGEOLOGIQUES REATIFS AUX STOCKAGES SOUTERRAINS D'HUILE. ZONE D'ANQUERTIERVILLE-GRANDCAMP ET DE CATILLON	BRGM
17	OUI	document cartographique seul	CG0077	1974	KUNTZ G., LAUTRIDG	CARTE GEOLOGIQUE DE SAINT-SAENS AU 1/50000	BRGM
18	NON	document texte	74PNO102	1974	ROUX J.C.	RENFORCEMENT DES RESSOURCES EN EAU DU SIAEP DE CAUDEBEC-EN-CAUX. IMPLANTATION D'UN NOUVEAU CAPTAGE	BRGM
19	NON	document texte	74PNO01	1974	ROUX J.C.	ASSAINISSEMENT DU CHATEAU DE VILLEQUIER	BRGM
20	NON	document texte	75PNO120	1975	ROUX J.C.	SIAEP DE CAUDEBEC EN CAUX ETABLISSEMENT DES PERIMETRES DE PROTECTION DU NOUVEAU CAPTAGE DE SAINT ARNOULT 75-8-56	BRGM
21	NON	document texte	75PNO126	1976	DE LA QUERIERE P.	ASSAINISSEMENT DU LOTISSEMENT DE LA COMMUNE DE SAINT-ARNOULT	BRGM
22	NON	document texte	76PNO110	1976	DE LA QUERIERE P.	REGULARISATION D'UNE DECHARGE D'ORDURES MENAGERES	BRGM
23	OUI	document cartographique seul	CG0125	1976	KUNTZ G., WYNS, LA	CARTE GEOLOGIQUE DE GISORS AU 1/50000	BRGM
24	NON	document texte	75SGN385PNO	1977	ROUX J.C., TREMEM	RENFORCEMENT EN EAAU POTABLE DU SIAEP DE CAUDEBEC-EN-CAUX. POMPAGE D'ESSAI REALISE SUR LE NOUVEAU CAPTAGE	BRGM
25	NON	document texte	78PNO150	1978	DE LA QUERIERE P.	ASSAINISSEMENT A ALLOUVILLE-BELLEFOSSE	BRGM
26	OUI	document texte		1980	CALBA F.	HYDROGEOLOGIE DU KARST CRAYEUX DU PAYS DE CAUX (France) ; ETUDE DE DEUX BASSINS	UNIV. PIERRE ET MARIE CURIE PARIS VI
27	NON	document texte	80GA41	1980	DE LA QUERIERE P.	ASSAINISSEMENT POUR EAUX PLUVIALES A ALLOUVILLE-BELLEFOSSE	
28	OUI	document texte	81HNO041	1981	ARTIS H.	DEVIATION COURTE D'YVETOT : ETUDE DES CONDITION D'EVACUATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT DANS UN PUIT AU P55	BRGM
29	OUI	document texte	81GA050	1981	DE LA QUERIERE P.	EVACUATION DES EAUX PLUVIALES DU FUTUR LOTISSEMENT COMMUNAL ET DE LA RN 138IS DANS LA BETOIRE DE SAINTE MARIE DES CHAMPS	BRGM

Rapport final du pilote d'inventaire régional Haute Normandie « Bétouire-Traçage-Exutoire »

30	NON	document texte	81GA108	1981	DE LA QUERIERE P.	SIAEP DE CAUDEBEC EN CAUX. REVISION DES PERIMETRES DE PROTECTION DU NOUVEAU CAPTAGE DE SAINT ARNOULT 75-8-56	
31	NON	document texte	81GA33	1981	DE LA QUERIERE P.	AEP DE LA COMMUNE DE VILLEQUIER. REVISION DES PERIMETRES DE PROTECTION 75-8-38	
32	NON	document texte	81GA137	1981	DE LA QUERIERE P.	SIAEP D'HERICOURT-NORD ET D'OURVILLE-EN-CAUX. DEFINITION DES PERIMETRES DE PROTECTION DU CAPTAGE DE SOMMESNIL	
33	OUI	document texte	81SGN678HNO	1981	EBERENTZ P.	RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES AEP EN HAUTE-NORMANDIE	BRGM
34	OUI	document cartographique seul	CG0149	1981	KUNTZ G., MONCIAR	CARTE GEOLOGIQUE DE BEAUMONT-LE-ROGER AU 1/50000	BRGM
35	OUI	document texte	82GA077	1982	CHEMIN J.	ASSAINISSEMENT DU QUARTIER DU FAY	BRGM
36	NON	document texte	82HNO31	1982	JACQUOT P.	DIMENSIONNEMENT DE L'ASSAINISSEMENT DU LOTISSEMENT COMMUNAL A AMFREVILLE-LES-CHAMPS	BRGM
37	OUI	document cartographique seul	CG0179	1982	KUNTZ G., DEWOLF	CARTE GEOLOGIQUE DE BRETEUIL SUR ITON AU 1/50000	BRGM
38	OUI	document texte	L11-COMB/DEL. A	1984	CETE	LES CAVITES ET EXPLOITATIONS SOUTERRAINES DES CANTONS DE FAUVILLE ET YVETOT (NOTE)	CETE
39	OUI	document texte	84AGI310HNO	1984	EBERENTZ P., JACQ	RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES D'EAU POTABLE EN SEINE MARITIME ; IDENTIFICATION DES POINTS DE POLLUTION PAR COLORATIONS ; PROPOSITION D'ACTION	BRGM
40	OUI	document texte	84AGI131HNO	1984	EBERENTZ P., PANE	RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES AEP EN HAUTE NORMANDIE	BRGM
41	OUI	document cartographique seul	CG0148	1984	KUNTZ G., MONCIAR	CARTE GEOLOGIQUE DE BERNAY AU 1/50000	BRGM
42	OUI	document texte	85SGN615HNO	1985	EBERENTZ P., JACQ	RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES D'EAU POTABLE EN SEINE MARITIME ; IDENTIFICATION DES POINTS DE POLLUTION PAR COLORATIONS ; PROPOSITION D'ACTION ; RAPPORT N°2	BRGM
43	NON	document texte	86SGN344HNO	1986	EBERENTZ P.	MISE EN EVIDENCE DE SOLUTIONS DE SUBSTITUTIONS POUR LES CAPTAGES D'AEP POLLUES PAR LES MES. APPLICATION AU SITE D'HERICOURT -EN CAUX	BRGM
44	OUI	document texte	86SGN742HNO	1986	HOLE J.-P., JACQUO	RECHERCHES DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES AEP EN HAUTE NORMANDIE	BRGM
45	OUI	document texte	86HNO86	1986	JACQUOT P.	EXPERIENCE DE COLORATION A LA STATION D'EPURATION DE SAINTE MARIE DES CHAMPS	BRGM
46	OUI	document cartographique seul	CG0178	1986	KUNTZ G., RIOULT M	CARTE GEOLOGIQUE DE RUGLES AU 1/50000	BRGM
47	OUI	document texte	81GA082	1987	DE LA QUERIERE P.	ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES SYNDICAT DES FAUVILLE EST ET DE LA REGION D'YVETOT ; REVISION DES PERIMETRES DE PROTECTION DU CAPTAGE DU VERT BUISSON A ENVRONVILLE ; ADDITIF AU RAPPORT 81GA082	BRGM
48	OUI	document texte	87SGN861HNO	1987	HOLE J.-P.	RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES AEP EN HAUTE NORMANDIE	BRGM
49	OUI	document texte	87SGN430PNO	1987	HOLE J.-P., JACQUO	IDENTIFICATION DES POINTS DE POLLUTION PAR COLORATION	BRGM
50	OUI	document texte	87HNO87	1987	JACQUOT P.	EXPERIENCE DE COLORATION DU REJET DE LA STATION D'EPURATION DE YVETOT	BRGM
51	NON	document texte	87HNO30	1987	JACQUOT P., SAUTE	VILLE D'HERICOURT-EN-CAUX PRELEVEMENTS COMPARATIFS SUR LES FORAGES D'ESSAI ET LE CAPTAGE AEP. NOTE COMPLEMENTAIRE AU RAPPORT 88SGN344HNO	BRGM
52	OUI	document texte	88HNO13	1988	CATRIENS F., MATHO	MISE EN EVIDENCE D'UNE EVENTUELLE RELATION KARSTIQUE ENTRE LA STATION D'EPURATION DE SAINT ARNOULT ET LA SOURCE CAPTEE DE VILLEQUIER PAR TRACAGE A LA FLUORESCENCE	BRGM
53	OUI	document texte	89HNO40	1988	JACQUOT P.	DETERMINATION DE LA LIAISON HYDRAULIQUE ENTRE UNE BETOIRE PRES DE LA STATION D'EPURATION ET LES OUVRAGES D'ADDUCTION D'EAU POTABLE A HERICOURT EN CAUX	BRGM
54	NON	document texte	88HNO34	1988	MATHON C.	PROJET DE DISCOTHEQUE VIDEO BAR A AUBERVILLE LA CAMPAGNE. POSSIBILITE D'EVACUATION DES EAUX PLUVIALES	BRGM
55	OUI	document texte	89GA16	1989	DE LA QUERIERE P.	REJET DES EAUX USEES APRES LAGUNAGE DANS UNE BETOIRE	BRGM

Rapport final du pilote d'inventaire régional Haute Normandie « Bétoire-Traçage-Exutoire »

56	NON	document texte	90HNO76	1990	DE LA QUERIERE P.	SIAEP DE SAINT-MAURICE-D'ETELAN. IMPLANTATION D'UN FORAGE EN SUBSTITUTION DE LA SOURCE DE NORVILLE (76)	BRGM
57	OUI	document texte		1990	RICO G.	HYDROGEOLOGIE DE LA CRAIE : LE SYSTEME AQUIFERE KARSTIQUE DE L'AUBETTE (76) ; CIRCULATION RAPIDE ET CARACTERISATION DE LA TURBIDITE DES EAUX SOUTERRAINES	UNIVERSITE DE ROUEN
58	OUI	document texte	R31417HNO4S90	1990	RICO G., PEKRE M.,	IMPACT DES REJETS DES STATIONS D'EPURATION SUR LES EAUX SOUTERRAINES CAPTEES POUR L'AEP	BRGM
59	OUI	document texte	91GA12	1991	DE LA QUERIERE P.	IMPLANTATION DE LA STATION D'EPURATION DU SYNDICAT A ANQUETIERVILLE	BRGM
60	NON	document texte	91GA54EXT	1991	MEYER R.	PROJET DE CREUSEMENT D'UN PUIS FILTRANT POUR L'ELIMINATION DES EAUX PLUVIALES A L'USINE LINEX	
61	NON	document texte	92GA21	1992	DE LA QUERIERE P.	SIAEP DE CAUDEBEC EN CAUX. STATION D'EPURATION A ANQUETIERVILLE. ADDITIF AU RAPPORT 91GA12	
62	OUI	document texte	R37590 (BRGM)	1993	DE LA QUERIERE P.,	ETUDE ES SITES D'IMPLANTATION DES BASSIN DE RETENTION ET D'INFILTRATION DE L'AUTOROUTE A29 (SECTION LE HAVRE- YVETOT EST) ; ANNEXE 1 : PLANS D'IMPLANTATION DES BASSINS	SAPN, BRGM
63	NON	document texte	N1199HNO4S94	1994	DE LA QUERIERE P.	SIAEP DE CAUDEBEC EN CAUX. REALISATION DE FORAGES LATERAUX AU KARST EN SUBSTITUTION A LA SOURCE DU MAULEVRIER A SAINTE-GERTRUDE (76)	BRGM
64	OUI	document texte		1995	LECHEVALIER C.	SIAEP DE CAUDEBEC EN CAUX / LUTTE CONTRE LA POLLUTION DES EAUX	UNIV. DE PARIS X DEPT. GEOGRAPHIQUE
65	OUI	document cartographique seul	CG0215	1996	LEBRET P., MENILLE	CARTE GEOLOGIQUE DE VERNEUIL AU 1/50000	BRGM
66	OUI	document texte	Y 6106	1997	AUROUSSEAU J.-M.,	ETUDE ENVIRONNEMENTALE DU CAPTAGE DE LIMESY	HORIZONS
67	NON	document texte	R39603	1997	MATHON C.	AFFAISSEMENTS DE TERRAIN SUR LE LOTISSEMENT H.L.M EN PHASE FINALE DE REALISATION	BRGM
68	OUI	document texte	97GARM3 (BRGM)	1997	MEYER R.	ADDUCTION D'EAU POTABLE DE CAUDEBEC EN CAUX ; POINT D'EAU DE MAULEVRIER SAINTE GERTRUDE	DDASS
69	OUI	document texte		1998	SYDAR, AGENCE DE	ETUDE HYDRAULIQUE DU BASSIN VERSANT D'ECAQUELON	SYDAR, AGENCE DE L'EAU, AQUA-SOL PROJETS
70	OUI	document texte	99GAGA05	1999	ALLAIN M.	PLAN D'EPANDAGE D'UN ELEVAGE DE PORCS A LA VIEUX RUE ; EARL "LA CAZERIE"	
71	OUI	document texte	99GAGA06	1999	ALLAIN M.	DEFINITION DES PERIMETRE DE PROTECTION DU FORAGE DE GRUCHET LE VALASSE. SIAEPA DE LA REGION DE SAINT ANTOINE LA FORET	
72	OUI	document texte	GD13	1999	ASSELIN I., LABROU	ETUDE ENVIRONNEMENTALE PREALABLE A LA DEFINITION DES PERIMETRES DE PROTECTION DU CAPTAGE DU PUIT MAILLE	HORIZONS
73	OUI	document texte	R40548	1999	BONHOMME B.	EFFONDREMENT DANS LA PROPRIETE LE BARS ; COMMUNE D'ISNEAUVILLE (76)	BRGM
74	OUI	document texte	R40755	1999	BONHOMME B.	TRACAGE COLORIMETRIQUE SUR LES COMMUNES DE COLLEVILLE-VALMONT	BRGM
75	OUI	document texte	R40860	1999	BONHOMME B.	TRACAGE COLORIMETRIQUE SUR LA COMMUNE DE GRANDCHAIN	BRGM
76	OUI	document texte	99GAPHQ04	1999	DE LA QUERIERE P.	DEFINITION DES PERIMETRES DE PROTECTION DU FORAGE DU PUIS MAILLE 75-7-4	
77	OUI	document texte	R40781	1999	JACQUOT P.	TRACAGES COLORIMETRIQUES SUR LES COMMUNES DE SIERVILLE-MONTVILLE (SEINE-MARITIME), INFLUENCE DU "CHANTIER A 151" SUR LES EAUX SOUTERRAINES ET LES PISCICULTURES A MONTVILLE	BRGM
78	OUI	document texte		1999	LACROIX M., MEYER	GEOLOGIE DE LA CRAIE ET DE SA COUVERTURE CENOZOIQUE EN 76 (HYDROGEOLOGIE, GEODYNAMIQUE, ALTERATIONS, SEDIMENTOLOGIE, FORMATION SUP ET GEOMORPHOLOGIE)	AGBP, UNIV. DE ROUEN, UNIV. PIERRE MARIE CURIE, UNIV. DE CAEN, FACULTE POLYTECHNIQUE DE MONS
79	NON	document texte	99GARM07	1999	MEYER R.	PROPOSITION DE PERIMETRES DE PROTECTION DU CAPTAGE DE VILLEQUIER 75-8-38	
80	OUI	document texte		1999	VANDEWIELE A.	ORIGINE ET TRAITEMENTS DE LA TURBIDITE EN 76 ; ETUDE ENVIRONNEMENTALE APPLIQUEE A 8 CAPTAGES SENSIBLES (RAPPORT DE STAGE DE DESS ENVIRONNEMENT, AMENAGEMENT, DEVELOPPEMENT AGRICOLE ET AGRO ALIMENTAIRE)	UNIVERSITE DE PICARDIE JULES VERNE, POLE DE COMPETENCE SOL EAU DE HAUTE NORMANDIE

Rapport final du pilote d'inventaire régional Haute Normandie « Bétoire-Traçage-Exutoire »

81	NON	document texte	00GAGA02 (BRGM	2000	ALLAIN G.	ASSAINISSEMENT PLUVIAL DU PARC D'ACTIVITE DU "BOIS DE L'ARC" COMMUNE DE YERVILLE		
82	OUI	document texte		2000	AQUA-SOL PROJETS	RD40 DE FAUVILLE EN CAUX A LA N15 : ETUDE HYDRAULIQUE DE BASSIN VERSANT ET PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT	AQUA-SOL PROJETS, DDI 76	
83	OUI	document texte	RP-50296-FR	2000	EQUILBEY E., JACQU	TRACAGE HYDROGEOLOGIQUE PAR COLORIMETRIE SUR LES COMMUNES D'YERVILLE-BOURDAINVILLE	BRGM	
84	NON	document texte	00GARM01	2000	MEYER R.	EPANDAGE AGRICOLE DE BOUES ET DE CENDRES DE PAPETERIE SUR DIFFERENTS SITES DE SEINE MARITIME		
85	OUI	document texte		1019	2000	SERVY J.-C., TORCH	DIMENSIONNEMENT D'OUVRAGES DE LUTTE CONTRE L'INFILTRATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT DANS QUATRES BETOIRES	INGETEC
86	OUI	document texte	RP-50454-FR	2000	SOUADI T., BOURGU	CARTOGRAPHIE REGIONALE DE L'ALEA EROSION DES SOL EN REGION DE HAUTE NORMANDIE ; ANNEXE	BRGM, INRA, CNRS ROUEN-CAEN, AQUASOL, POLE COMPETENCE SOL-EAU DE HAUTE NORMANDIE	
87	OUI	document texte	OPER1300	2001	DEMAREST G.	BASSINS VERSANTS DU PETIT VEAUVILLE, D'OHÉVILLE ET D'ANVILLE ; LUTTE CONTRE LES RUISSELLEMENTS ; ETUDE GLOBALE ; HANCARVILLE ; AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'EGLISE	INGETEC	
88	OUI	document texte	EN-40407	2001	GOMBERT P., MONIE	TRACAGE DE LA BETOIRE D'AUZOUVILLE-AUBERBOSC (SEINE MARITIME)	GAUDRIOT	
89	OUI	document texte	OPER1541	2001	GUITTET A.	PROTECTION DU CAPTAGE DE LIMESY-BECQUIGNY ; DOSSIER D'AUTORISATION AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU ; NOTICE D'INCIDENCE	INGETEC	
90	NON	document texte		2001	LECHEVALIER C.	BASSIN D'ALIMENTATION DES SOURCES DE LA DURDENT- EVOLUTION DES PAYSAGES ET DE L'OCCUPATION DE L'ESPACE	GEOCONSEIL	
91	OUI	document texte		2001	MASSEI N.	TRANSPORT DE PARTICULES EN SUSPENSION DANS L'AQUIFERE CRAYEUX KARSTIQUE ET A L'INTERFACE CRAIE / ALLUVION	UNIV. DE ROUEN, LABO. GEOLOGIE	
92	OUI	document texte	BSS FICHE PAPIER		BRGM	BANQUE DE DONNEE DU SOUS-SOL	BRGM	
93	OUI	document texte	INFOTERRE		BRGM	DONNEES NUMERIQUE DE LA BANQUE DE DONNEE DU SOUS-SOL	BRGM	
94	OUI	document texte	FICHES POLAC		BRGM	FICHES POLAC	BRGM	
95	NON	document texte	79HNO55	1979	DE LA QUERIERE P.	ASSAINISSEMENT EAUX VANNES ET EAUX PLUVIALES DU LOTISSEMENT DU VO N°4 A OUVILLE-L'ABBAYE	BRGM	
96	NON	document texte	79HNO61	1979	DE LA QUERIERE P.	ASSAINISSEMENT DU LOTISSEMENT DOMINIQUE A OUVILLE-L'ABBAYE	BRGM	
97	NON	document texte	73HNO142	1973	DE LA QUERIERE P.	EVACUATION DES EAUX DU LOTISSEMENT DE HAUTOT-SAINT-SULPICE	BRGM	
98	NON	document texte	85GA02	1985	DE LA QUERIERE P.	ASSAINISSEMENT PLUVIAL D'UN LOTISSEMENT DE HAUTOT-SAINT-SULPICE		
99	NON	document texte	75PNO143	1975	ROUX J.C.	ASSAINISSEMENT PLUVIAL DU LOTISSEMENT COMMUNAL DE GREMONVILLE (76)	BRGM	
100	NON	document texte	73PNO145	1973	ROUX J.C.	SIAEP DE LA REGION DE FAUVILLE EST ET DE LA REGION D'YVETOT. REVISION DES PERIMETRES DE PROTECTION DU CAPATGE D'ENVIRONVILLE 75-4-5.	BRGM	
101	NON	document texte	73PNO03	1973	ROUX J.C.	ASSAINISSEMENT PLUVIAL DU LOTISSEMENT COMMUNAL DE VEAUVILLE-LES-BAONS	BRGM	
102	NON	document texte	75PNO139	1975	ROUX J.C.	REGULARISATION DE LA DECHARGE D'ORDURES MENAGERES DE VEAUVILLE-LES-BAONS	BRGM	
103	NON	document texte	81GA17	1981	DE LA QUERIERE P.	COMMUNE DE FAUVILLE-EN-CAUX. DEFINITION DES PERIMETRES DE PROTECTION DU FORAGE COMMUNAL DE RICARVILLE 75-3-50. ADDITIF AU RAPPORT 90GA09 (76)		
104	NON	document texte	73PNO29	1973	DE LA QUERIERE P.	EVACUATION DES EAUX DU LOTISSEMENT HLM D'AUTRETOT	BRGM	
105	NON	document texte	71PNO06	1971	ROUX J.C.	ASSAINISSEMENT DU LOTISSEMENT HLM D'YVETOT (76)	BRGM	
106	NON	document texte	81GA08	1981	DE LA QUERIERE P.	EVACUATION DES EAUX PLUVIALES DU CARREFOUR DES VOIES COMMUNALES 3 ET 4 A ECTOT-LES BAONS		
107	NON	document texte	73PNO04	1973	ROUX J.C.	REGULARISATION DE LA DECHARGE D'ORDURES MENAGERES DE BAONS-LE-COMTE	BRGM	
108	NON	document texte	82GA51	1982	CHEMIN J.	ASSAINISSEMENT DU QUARTIER DU FAY A BAONS-LE-COMTE		
109	NON	document texte	80GA140EXT	1980	CONRAD G.	AEP DU SYNDICAT DE FOUCART-ALVIMARE 75-3-1 DEFINITION DES PERIMETRES DE PROTECTION		

Rapport final du pilote d'inventaire régional Haute Normandie « Bétoire-Traçage-Exutoire »

110	NON	document texte	92HNO122	1992	DE LA QUERIERE P.	SIAEP DE FOUCART-ALVIMARE (76). RECONNAISSANCE D'UN SITE POUR L'IMPLANTATION D'UN NOUVEAU FORAGE AEP	BRGM
111	NON	document texte	77PNO185	1977	ROUX J.C.	EPANDAGE A VALLIQUERVILLE	BRGM
112	NON	document texte	79HNO167	1979	DE LA QUERIERE P.	ASSAINISSEMENT D'UN LOTISSEMENT A VALLIQUERVILLE	BRGM
113	NON	document texte	80HNO60	1980	PANEL R.	LOTISSEMENT BREANT A VALLIQUERVILLE. APTITUDE DES SOLS A L'ASSAINISSEMENT	BRGM
114	NON	document texte	93GA09	1993	DE LA QUERIERE P.	PARC D'ACTIVITES A VALLIQUERVILLE (76) EVACUATION DES EAUX DE RUISSELLEMENT EN PUIITS FILTRANT	BRGM
115	NON	document texte	79HNO144	1979	ROUX J.C.	ASSAINISSEMENT DU LOTISSEMENT "LE CLOS DU CARQUELAY" A SAINTE-MARIE-DES-CHAMPS	BRGM
116	NON	document texte	80GA108	1980	CHEMIN J.	ASSAINISSEMENT DU LOTISSEMENT "LE CLOS DU CARQUELAY" II A SAINTE-MARIE-DES-CHAMPS	BRGM
117	NON	document texte	80HNO78	1980	HOLE J.P.	COMMUNE DE SAINTE-MARIE-DES-CHAMPS. DIMENSIONNEMENT DE L'ASSAINISSEMENT DU LOTISSEMENT "LE CLOS DU CARQUELAY" II	BRGM
118	NON	document texte	84GA38	1984	DE LA QUERIERE P.	COMMUNE DE SAINTE-MARIE-DES-CHAMPS. EXTENSION DU CIMETIERE COMMUNAL	BRGM
119	NON	document texte	73PNO24	1973	DE LA QUERIERE P.	EVACUATION DES EAUX PLUVIALES D'UN ENSEMBLE "FOYER A VIE ET ATLEIER PROTEGE" A YVETOT	BRGM
120	NON	document texte	76PNO94	1976	ROUX J.C.	STATION D'EPURATION DU SYNDICAT AEP ET ASSAINISSEMENT DE LA REGION D'YVETOT	BRGM
121	NON	document texte	77PNO62	1977	ROUX J.C.	REGULARISATION D'UNE DECHARGE D'ORDURES MENAGERES BROYEES. COMMUNE D'YVETOT	BRGM
122	NON	document texte	78PNO79	1978	ROUX J.C.	OUVERTURE D'UN CIMETIERE A YVETOT	BRGM
123	NON	document texte	78SGN06PNO	1978	ROUX J.C., HOLE J.P.	RENFORCEMENT DES RESSOURCES AEP DU SIAEP DE LA REGION D'YVETOT. POMPAGE D'ESSAI SUR LE PUIITS DU SIAEP FAUVILLE EST A EVRONVILLE. COMPTE RENDU ET INTERPRETATION	BRGM
124	NON	document texte	82GA28	1982	DE LA QUERIERE P.	CREATION D'UNE USINE D'INCINERATION D'ORDURES MENAGERES DU SIOM D'YVETOT AU LIEU DIT "LE FORT ROUGE" A YVETOT ET TROUFFREVILLE-LA-CORBELINE	
125	NON	document texte	83HNO17	1983	DE LA QUERIERE P.	EXAMEN DU SYSTEME D'EVACUATION DES EAUX PLUVIALES DU LOTISSEMENT DE LA SA HLM DE LA REGION D'YVETOT	BRGM
126	NON	document texte	N0379HNO4S93	1993	FRANCK C., DE LA	SAPN SCETAURROUTE ANTENNE NORMANDIE A29 SECTION LE HAVRE-YVETOT ETUDE DES SITES D'IMPALNTATION DES BASSINS DE RETENTION ET D'INFILTRATION. ADDENDA AU RAPPORT R37850	BRGM
127	NON	document texte	R39314	1998	DEROIN J.P	EFFONDREMENT SUR LE TERRAIN DE LA MAIRIE. ECOLE COMMUNALE D'ENVRONVILLE	BRGM
128	NON	document texte	78SGN117PNO	1978	ROUX J.C., THIERY	PREMIERE ESSAI DE PREVISION A MOYEN TERME DES NIVEAUX D'ETIAGE DES NAPPES PAR CONVOLUTION. APPLICATION A LA NAPPE DE LA CRAIE EN HAUTE NORMANDIE	BRGM
129	NON	document texte	79SGN655HNO	1979	THIERY D.	PREVISION A LONG TERME DU NIVEAU DE LA NAPPE DE LA CRAIE EN HAUTE NORMANDIE POUR 1979 ET 1980	BRGM