

Inventaire régional Haute-Normandie des bétaires, trajets souterrains des eaux (traçages) et des exutoires

Guide utilisateur de la base « Bétoire-Traçage-Exutoire » - version A

BRGM/RP- 61726-FR
Décembre 2012



Inventaire régional Haute-Normandie des bétoires, trajets souterrains des eaux (traçages) et des exutoires

Guide utilisateur de la base « Bétoire-Traçage-
Exutoire » - version A

BRGM/RP-61726-FR

Décembre 2012

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM 11EAUI18

Pierre-Yann David



Vérificateur :

Nom : M.. Boudet

Date : 20/12/2012

Signature :

Approbateur :

Nom : D. Pennequin

Date : 20/12/2012

Signature :

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Mots clés : base de données, inventaire, aquifère de la craie, karst, perte, bétoire, engouffrement rapide, traçage, traceur, exutoire, source, AEP, turbidité, Haute-Normandie, Eure, Seine-Maritime.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : David P-Y. – Inventaire régional Haute-Normandie des bétoires, trajets souterrains des eaux (traçages) et des exutoires - Guide utilisateur de la base « Bétoire-Traçage-Exutoire ». Rap. BRGM/RP-61726-FR, 108 p., 41 ill., 4 ann.

Résumé

La Région Haute-Normandie, le Département de la Seine-Maritime, le Département de l'Eure, l'Agence de l'Eau Seine Normandie et le BRGM ont créé en 2008 une base de données recensant les phénomènes karstiques de surface (bétoires) et leurs relations avec les eaux souterraines (traçages). L'initialisation de cette base a été réalisée de 2008 à 2012 en bancarisant les données disponibles dans les archives des principaux organismes publics et acteurs dans le domaine l'eau en Haute-Normandie.

Le dispositif (de la saisie à la restitution de l'information) mis en place dans le cadre de ce projet est le suivant :

- Saisie des données : site internet <https://tracages.brgm.fr>
- Stockage des données dans une base de données Oracle
- Mise à disposition des données : site internet <http://sigess.brgm.fr> rubrique Karst de Haute-Normandie

Afin de fournir une information fiable et pertinente, cette base de données doit être constamment actualisée et notamment à l'issue de chaque nouvelle étude de recensement ou de travaux sur des bétoires ou à l'issue de chaque expérience de traçage.

Le présent rapport a pour objectif d'aider les utilisateurs dans l'opération de saisie (utilisation du site <https://tracages.brgm.fr>).

Toute saisie s'effectue en trois étapes :

1. **Etape 1** : Saisie de la référence bibliographique (rapport, visite terrain,...),
2. **Etape 2** : Saisie des points associés à la référence bibliographique (bétoires, sources, points d'injection de traçage (hors bétoire), point de suivi de traçage (hors sources)),
3. **Etape 3** : Saisie des traçages

Données pouvant être saisies :

Les données à bancariser sont celles relatives aux :

- **bétoires** : localisation, description, fonctionnement,...
- **sources** : localisation, description, débits, turbidité...

- **traçages hydrogéologiques :**
 - o localisation et description des points utilisés pour l'injection (bétoires, ou points d'injection anthropiques) ou le suivi (sources ou points de suivis anthropiques) du traçage,
 - o protocole concernant l'injection,
 - o protocole concernant le suivi,
 - o résultats du traçage,
- **références du rapport d'étude :** titre, auteur, organisme, lieu d'archivage

Sur le site internet, les champs à renseigner obligatoirement sont mis en évidence par un fond de couleur jaune.

La liste des champs pouvant être renseignés est présentée dans les fiches papiers (disponibles en Annexe 4). Ces champs sont à remplir en fonction des données existantes ou disponibles.

Modification de données déjà saisies

Afin d'éviter toute altération des données bancarisées, seules les personnes ayant saisi la donnée peuvent la modifier (le système d'identification -identifiant / mot de passe- lors de la connexion au site permet de gérer ces droits). Aussi, si des erreurs sont constatées sur des points déjà saisis (imprécision de localisation par exemple), ce fait peut être signalé au BRGM (SGR_HNO@brgm.fr) qui réalisera le cas échéant modifications nécessaires.

Une exception est faite pour les bétoires. En effet, dans la base de données, les caractéristiques d'une bétoire (diamètre, profondeur, état, type d'aménagement, activité de la bétoire, commentaires,...) sont associées à une date d'observation afin de prendre en compte son caractère évolutif et ses éventuels aménagements (historisation des caractéristiques d'une bétoire). Ainsi, tout utilisateur pourra ajouter de nouvelles observations sur une bétoire créée par un autre utilisateur, sans toutefois pouvoir modifier les informations préalablement saisies par les autres utilisateurs.

Téléversement de documents :

Le site internet de saisie permet d'associer des documents (dans la limite de 5Mo par document) aux bétoires, sources, points d'injection, points de suivi ou aux traçages (cf. Illustration 1). Plusieurs documents peuvent être attribués à un même point ou traçage.

Les documents intéressants à téléverser sont par exemple :

- Pour les bétoires :
 - o les photos prises sur le terrain
 - o en cas d'aménagement de la bétoire : le DOE (dossier des ouvrages exécutés)
 - o tout document décrivant ou caractérisant la bétoire
- Pour les sources, points d'injection ou points de suivi :
 - o les photos prises sur le terrain

- o tout document décrivant ou caractérisant le point
- Pour les traçages :
 - o La courbe de restitution
 - o Le rapport du traçage en pdf

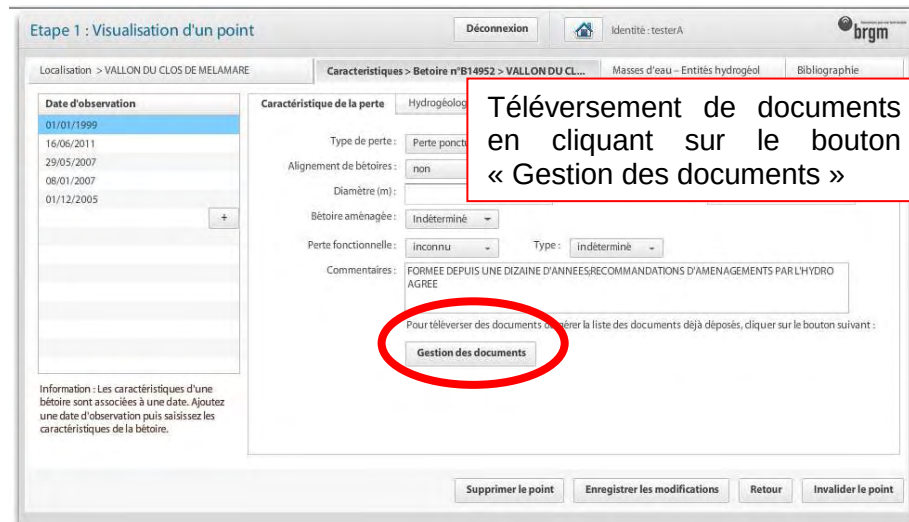


Illustration 1 : Fonction de téléversement de documents

Justificatif de saisie

Si la saisie est réalisée dans le cadre d'une prestation, un justificatif de saisie est imprimable depuis le site Internet afin de pouvoir justifier du travail de bancarisation réalisé (cf. Illustration 2). Ce justificatif rappelle la référence bibliographique ainsi que tous les points et traçages associés.

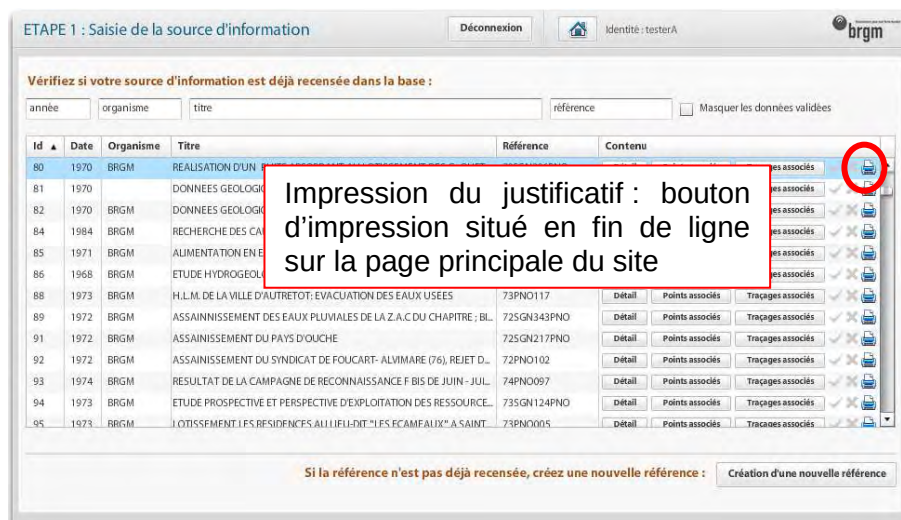


Illustration 2 : Bouton d'impression du justificatif de saisie

Sommaire

1. Introduction	11
2. Présentation de l'inventaire et de la base de données associée	13
2.1. DEFINITIONS	13
2.2. OBJECTIFS DE L'INVENTAIRE.....	13
2.3. SITES INTERNET DE SAISIE ET DE CONSULTATION DES DONNEES	15
2.4. PRESENTATION SUCCINTE DE LA BASE DE DONNEES ORACLE	16
3. Principe de la saisie	17
4. Aide détaillée à la saisie	25
4.1. SAISIE D'UNE BETOIRE	25
4.1.1. Onglet : Localisation du point	25
4.1.2. Onglet Caractéristiques	27
4.1.3. Onglet Masse d'eau / Entité hydrogéologique	38
4.2. SAISIE D'UNE SOURCE (EXUTOIRE)	40
4.2.1. Onglet : Localisation du point	40
4.2.2. Onglet : Caractéristiques	40
4.2.3. Onglet Masse d'eau / Entité hydrogéologique	50
4.3. SAISIE D'UN POINT D'INJECTION	51
4.3.1. Onglet : Localisation du point	51
4.3.2. Caractéristiques du point d'injection	51
4.3.3. Onglet Masse d'eau / Entité hydrogéologique	52
4.4. SAISIE D'UN POINT DE SUIVI	53
4.4.1. Onglet : Localisation du point	53
4.4.2. Caractéristiques du point de suivi	53
4.4.3. Onglet Masse d'eau / Entité hydrogéologique	55
4.5. SAISIE D'UN TRAÇAGE	56
4.5.1. SAISIE DU PROTOCOLE D'INJECTION	56
4.5.2. RESULTAT EN CHAQUE POINT DE SUIVI.....	59
5. Bibliographie	69

Liste des illustrations

Illustration 1 : Fonction de téléversement de documents	5
Illustration 2 : Bouton d'impression du justificatif de saisie	5
Illustration 3 : Schéma de principe des données bancarisées dans la base de données Bétoires / Traçages / Exutoires	14
Illustration 4 : outils de saisie et de consultation des données de l'inventaire	15
Illustration 5 : Principales tables de la base de données Bétoires / Traçages /Exutoires.....	16
Illustration 6 : Page d'accueil du site Internet de saisie.....	17
Illustration 7 : Page d'accueil de l'Etape 1.....	18
Illustration 8 : Ecran lors de la saisie d'une nouvelle référence bibliographique.....	19
Illustration 9 : Etape 2 : saisie des points	20
Illustration 10 : A l'issue de l'étape 2, la saisie peut être arrêtée en cliquant sur « Fin de saisie » s'il n'y a pas de traçage à saisir ou peut être poursuivie sinon en cliquant sur « Passer à l'étape 3 ».	21
Illustration 11 : Etape 3 : saisie d'un traçage.....	22
Illustration 12 : Fonction de téléversement de documents	23
Illustration 13 : Bouton d'impression du justificatif de saisie	23
Illustration 14 : Ecran de saisie des données de localisation de la bétoire	26
Illustration 15 : Ecran de saisie des caractéristiques d'une bétoire (gestion des caractéristiques des bétoires par date d'observation sur le terrain).....	27
Illustration 16 : Exemple d'un alignement de bétoires.....	28
Illustration 17 : Typologie des bétoires selon la BD Bétoires/Traçages/exutoires	29
Illustration 18 : Ecran de saisie des caractéristiques d'une bétoire – champs concernant les aménagements des bétoires.....	31
Illustration 19 : Fonction de téléversement de documents.....	32
Illustration 20 : Classification des différentes techniques de traitement de bétoires en Haute-Normandie	33
Illustration 21 : Ecran de saisie de la partie hydrogéologie de la description de la bétoire.....	35
Illustration 22 : Ecran de saisie pour décrire l'environnement du site dans lequel se situe la bétoire	37
Illustration 23 : Association des masses d'eau et des entités hydrogéologiques à la bétoire	39
Illustration 24 : Ecran de saisie d'une source – sous-onglet Description de l'onglet Caratéristiques.....	41
Illustration 25 : Schéma des différentes natures d'exutoire.....	43

Illustration 26 : Schéma des différentes classes de source (d'après SCHOELLER, 1955)	45
Illustration 27 : Ecran de saisie d'une source – sous-onglet Caractéristiques physicochimiques de l'onglet « Caratéristiques »	46
Illustration 28 : Ecran de saisie d'une source – sous-onglet « Régime hydrologique » de l'onglet « Caratéristiques »	48
Illustration 29 : Ecran de saisie des caractéristiques d'un point d'injection	52
Illustration 30 : Ecran de saisie des caractéristiques d'un point de suivi	55
Illustration 31 : Ecran de saisie d'un traçage – renseignement du protocole d'injection	57
Illustration 32 : Ecran de saisie des résultats aux différents points de suivi – onglet « Choix et caractéristiques »	59
Illustration 33 : Ecran de saisie des résultats aux différents points de suivi – onglet « Conditions de suivi »	61
Illustration 34 : Les différents lieux d'échantillonnage de l'eau dans un pompage, influant sur la nature des eaux.	63
Illustration 35 : Ecran de saisie des résultats aux différents points de suivi – onglet résultat.....	64
Illustration 36 : Fonction de téléversement de documents	65
Illustration 37: Données à renseigner pour chaque pic de restitution.....	66
Illustration 38 : Ecran de saisie des résultats aux différents points de suivi – onglet « Fiabilité du résultat »	67
Illustration 39 : Outil de saisie initial (2003) : page d'accueil de l'applicatif de saisie de la base de données Betoires/Traçages/Exutoire dans son format actuel (Access)	79
Illustration 40 : Page d'accueil du site internet de saisie des données de l'Inventaire Bétoires/Traçages/Exutoires Haute-Normandie (https://tracages.brgm.fr)	80
Illustration 41 : Ecran de l'applicatif Internet concernant l'historisation des caractéristiques des bétoires en fonction de la date d'observation	81

Liste des annexes

Annexe 1 - Architecture de la base de données	71
Annexe 2 - Historique de la mise en place du site internet de saisie de l'inventaire bétoire-tracage-exutoire	77
Annexe 3 - Grille d'évaluation de traçage	85
Annexe 4 - Fiches papier de saisie des bétoires, Sources, Points d'injection, Points de suivi et des Traçages	95

1. Introduction

La Région Haute-Normandie, le Département de la Seine-Maritime, le Département de l'Eure, l'Agence de l'Eau Seine Normandie et le BRGM ont créé en 2008 une base de données recensant les phénomènes karstiques de surfaces (bétoires) et leurs relations avec les eaux souterraines (traçages). L'initialisation de cette base a été réalisée de 2008 à 2012 en bancarisant les données disponibles dans les archives des principaux organismes publics et acteurs dans le domaine l'eau en Haute-Normandie.

Pour cet inventaire régional, une base de données oracle a été créée ainsi que deux sites internet : le premier permettant de saisir les données (<https://tracages.brgm.fr>) et le second permettant de les consulter et de les télécharger (<http://sigessn.brgm.fr>).

Afin de fournir une information fiable et pertinente, cette base de données doit être actualisée à l'issue de chaque nouvelle étude de recensement ou de travaux sur des bétoires ou à l'issue de chaque investigation par traçage.

Le présent rapport a pour objectif de présenter succinctement cette base de données et d'aider les utilisateurs dans l'opération de saisie (utilisation du site <https://tracages.brgm.fr>).

2. Présentation de l'inventaire et de la base de données associée

Les 4 années de travail sur cet inventaire régional ont fait l'objet d'un rapport BRGM : RP-61691-FR. Ce présent paragraphe (§ 2.) constitue un rappel succinct des objectifs et des principes de cette base de données (BD).

2.1. DEFINITIONS

Bétoire : le mot bétoire, signifiant « bois-tout » en cauchois, désigne un orifice naturel et dans lequel s'engouffrent les eaux de surface. Une bétoire favorise 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 : la bétoire traverse souvent une forte épaisseur de formations superficielles (limons, argiles à silex, ...), avant d'atteindre la craie elle-même.

Traçage : les traçages consistent à injecter un traceur (colorant, chimique, radioactif, isotopique, bactérien, naturel) dans un point d'entrée du karst et de suivre l'éventuelle réapparition du traceur en différents points (points de suivi ou de restitution). Le but est de qualifier et quantifier un lien hydrogéologique entre deux points. Outre la mise en évidence des relations karstiques entre deux points, les traçages permettent d'obtenir des informations sur la direction de l'écoulement, la vitesse de transfert des eaux entre les deux points, la dispersion,...

2.2. OBJECTIFS DE L'INVENTAIRE ET DE LA BD ASSOCIEE

L'Inventaire Bétoires/Traçages/Exutoires a consisté à créer pour la Haute-Normandie, un outil :

- de capitalisation des connaissances,
- de gestion des phénomènes karstiques et notamment des phénomènes d'infiltration rapide des eaux de surfaces dans les eaux souterraines.

Le but était d'une part de disposer d'une connaissance la plus complète possible (Illustration 3) :

- **des bétoires** (points d'engouffrement rapide), géolocalisation et synthèse des informations existantes pour chaque point (localisation, fonctionnement, anthropisation...),
- **des circulations souterraines mises en évidence par traçages**. Les opérations de traçage permettent par exemple de prouver la liaison entre une bétoire et un captage AEP et apportent des données indispensables à une bonne gestion de l'exploitation de la ressource :
 - o durée du transport du polluant,
 - o direction d'écoulement,

o pourcentage de restitution d'un polluant, etc...

- **des exutoires naturels** (sources) de la nappe de la craie ainsi que les informations associées (débits, problèmes de qualités observés,...).

Le but était d'autre part :

- **de mettre à disposition des collectivités, des administrations, des acteurs de l'eau et du public, ces données via un site de consultation ;**
- **de mettre en place un site internet permettant à tous les acteurs de l'eau de la région de participer à la mise à jour de cette base et à la saisie des nouvelles données.**

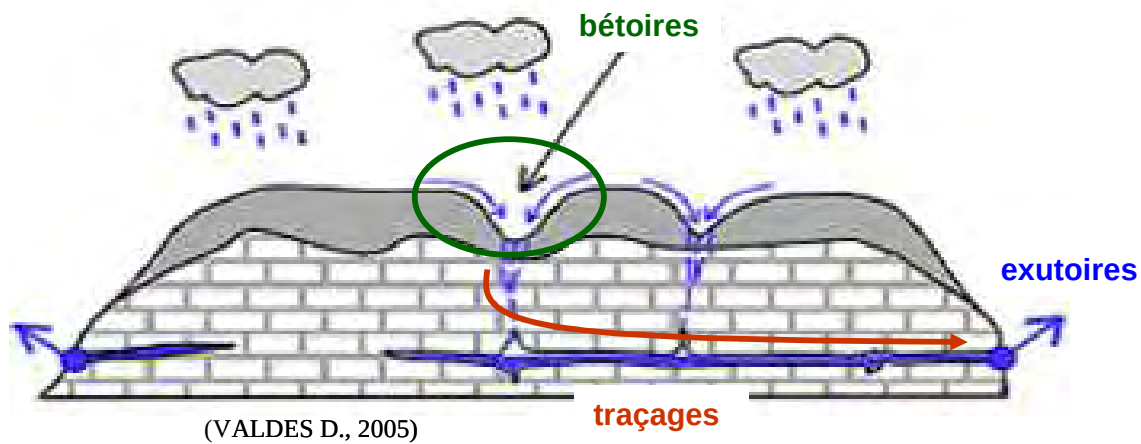


Illustration 3 : Schéma de principe des données bancarisées dans la base de données Bétoires / Traçages / Exutoires

2.3. SITES INTERNET DE SAISIE ET DE CONSULTATION DES DONNEES

Le dispositif (de la saisie à la restitution de l'information) mis en place dans le cadre de ce projet est le suivant (Illustration 4) :

- Saisie des données : site internet <https://tracages.brgm.fr> (cf. § 3)
- Stockage des données dans une base de données Oracle (cf. § 2.4)
- Mise à disposition des données : site internet <http://sigessn.brgm.fr> rubrique Karst de Haute-Normandie

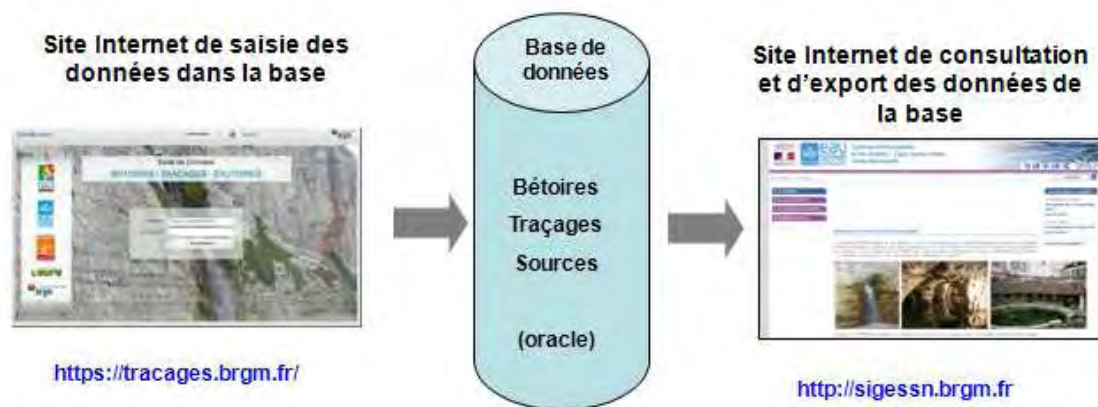


Illustration 4 : outils de saisie et de consultation des données de l'inventaire

Le site Internet de saisie permet une saisie en continu et partagée par toutes les acteurs de l'eau de la région. Le site Internet de consultation met à disposition librement ces données sous différents formats (dont SIG).

L'historique de la mise en place du site internet de saisie est présenté en Annexe 2.

2.4. PRESENTATION SUCCINCTE DE LA BASE DE DONNEES ORACLE

L'outil de bancarisation est une base de données (BD) Oracle spécialement conçue pour le projet. L'architecture simplifiée de la base est présentée à l'illustration 5.

Cette BD considère trois types d'objets différents, chacun faisant l'objet d'une numérotation séquentielle (identifiant) :

- les références bibliographiques,
- les points : (1) les points d'entrée du karst : bétoires, (2) les points de sortie : les sources (exutoires), (3) les points d'injection et (4) de suivi des traceurs (lorsqu'un traçage a été réalisé en utilisant des points d'injection ou de suivi autres que des bétoires ou des sources)),
- les traçages.

L'illustration 5 présente les tables de la base Oracle qui stockent les informations concernant ces 3 types d'objet. L'architecture plus détaillée de la base est présentée en Annexe 1.

Chaque point ou traçage est associée à une ou plusieurs références bibliographiques.

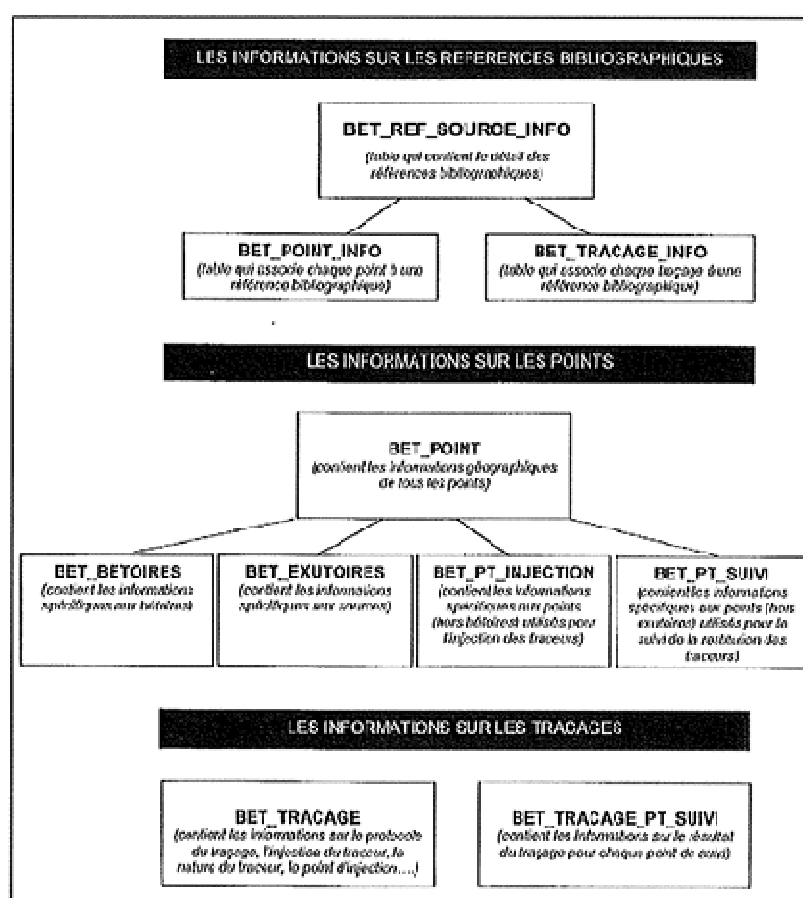


Illustration 5 : Principales tables de la base de données Bétoires / Traçages /Exutoires

3. Principe de la saisie

Le site internet de saisie est accessible à cette adresse : <https://tracages.brgm.fr>

Pour accéder au site, un identifiant et mot de passe sont nécessaires. Ils sont obtenus sur demande par mail à la Direction Régionale Haute-Normandie du BRGM (SGR_HNO@brgm.fr).



Illustration 6 : Page d'accueil du site Internet de saisie

Toute saisie s'effectue en trois étapes :

1. **Etape 1** : Saisie de la référence bibliographique (rapport, visite terrain,...),
2. **Etape 2** : Saisie des points associés à la référence bibliographique : bétoires, sources, points d'injection de traçage (hors bétoire), point de suivi de traçage (hors sources),
3. **Etape 3** : Saisie des traçages

Les copies d'écran de ces 3 principales étapes sont présentées de l'illustration 7 à l'illustration 11.

Etape 1 : Saisie de la référence bibliographique (rapport, visite terrain,...)

L'illustration 7 présente la page du site lors de l'étape 1. Il s'agit d'un tableau affichant l'ensemble des références bibliographiques déjà saisies dans l'inventaire (une référence bibliographique par ligne). Au bout de chaque ligne 3 boutons :

- « *Détail* » : donne le détail de la référence bibliographique ;
- « *Points associés* » : liste des points (bêtoires, sources, etc..) saisis à partir de cette référence ;
- « *Traçages associés* » : liste des traçages saisis à partir de cette référence ;

ETAPE 1 : Saisie de la source d'information

Déconnexion Identité : testerA

Vérifiez si votre source d'information est déjà recensée dans la base :

année organisme titre référence ☐ Masquer les données validées

Id	Date	Organisme	Titre	Référence	Contenu
80	1970	BRGM	REALISATION D'UN PUIT ABSORBANT AU LOTISSEMENT DES COQUET...	705GN206PNO	Détail Points associés Traçages associés
81	1970		DONNEES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES ACQUISES A LA DA...	705GN242PNO	Détail Points associés Traçages associés
82	1970	BRGM	DONNEES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES ACQUISES A LA DA...	705GN160PNO	Détail Points associés Traçages associés
84	1984	BRGM	RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTION DE CAPTAGES D'A.E.P EN HA...	84AGH400HNO	Détail Points associés Traçages associés
85	1971	BRGM	ALIMENTATION EN EAU DES GROUPEMENTS D'URBANISME D'ELBEUF E...	71PNO041	Détail Points associés Traçages associés
86	1968	BRGM	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES FONTAINES D'YPORT (SEINE-MARITIME)	685GL084PNO	Détail Points associés Traçages associés
88	1973	BRGM	H.L.M. DE LA VILLE D'AUTRETOT: EVACUATION DES EAUX USEES	73PNO117	Détail Points associés Traçages associés
89	1972	BRGM	ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES DE LA Z.A.C DU CHAPITRE ; BL	725GN343PNO	Détail Points associés Traçages associés
91	1972	BRGM	ASSAINISSEMENT DU PAYS D'OUCHE	725GN217PNO	Détail Points associés Traçages associés
92	1972	BRGM	ASSAINISSEMENT DU SYNDICAT DE FOUCART- ALVIMARE (76), REJET D...	72PNO102	Détail Points associés Traçages associés
93	1974	BRGM	RESULTAT DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE F.BIS DE JUIN - JUL...	74PNO097	Détail Points associés Traçages associés
94	1973	BRGM	ETUDE PROSPECTIVE ET PERSPECTIVE D'EXPLOITATION DES RESSOURC...	735GN124PNO	Détail Points associés Traçages associés
95	1973	BRGM	LOTISSEMENT LES RESIDENCES AU LIEU-DIT "LES ECAMFAUX" A SAINT	73PNO005	Détail Points associés Traçages associés

Si la référence n'est pas déjà recensée, créez une nouvelle référence : Création d'une nouvelle référence

Illustration 7 : Page d'accueil de l'Etape 1

A l'étape 1, il convient de :

- Vérifier si la référence bibliographique n'est pas déjà saisie dans l'inventaire (utiliser les filtres existants au-dessus du tableau)
- Si la référence bibliographique n'est pas déjà recensée, cliquer sur « Création d'une nouvelle référence » et renseigner les différents champs demandés (Titre, Auteur, Année, Lieu d'archivage du rapport etc...) (cf. Illustration 8)

Remarque : pour la saisie du champ « lieu d'archivage du rapport » (lieu où le rapport papier ou numérique est consultable), indiquer a minima le nom du Maître d'ouvrage.

Etape 1 : Création d'une source d'information Déconnexion Identité : testerA 

Création d'une source d'information

Nature de la source d'information :

Référence du rapport :

Lieu d'archivage :

Année :

Titre du rapport ou intitulé de l'observation terrain :

Auteurs :

Organismes :

Retour Passer à l'étape 2

Illustration 8 : Ecran lors de la saisie d'une nouvelle référence bibliographique

Etape 2 : Saisie des points associés à la référence bibliographique

Une fois la référence bibliographique créée, l'étape 2 consiste à saisir tous les points dont la référence bibliographique fait mention. Le site permet de saisir :

- des bétoires,
- des sources (exutoires),
- des points d'injection d'un traçage (lorsqu'un traçage utilise comme point d'injection un forage, un fossé, un talweg, une rivière etc...),
- un point de suivi d'un traçage (lorsqu'un traçage utilise comme point de suivi un forage, une rivière etc...).

Pour créer un point, cliquer sur le bouton « Ajouter un point » situé en bas à droite de la page de l'étape 2 (Illustration 9). Concernant le détail de la saisie des différents points, se reporter au paragraphe 4.

Une fois le point saisi, une nouvelle ligne apparaît dans le tableau de la référence bibliographique (cf. Illustration 10) ; un nouveau point peut alors être saisi en cliquant sur le bouton « Ajouter un point ».

ETAPE 2 : saisie des points

Déconnexion

Identité : testerA

brgm

Source d'information principale

Nature du document : document texte (rapport, compte-rendu,...)

Titre : Etude du comportement de l'aquifère crayeux dans la région de

Référence : BRGM/RP-58798-FR

Organismes : BRGM

Localisation de la source : BIBLIOTHEQUE BRGM

ID biblio : 1394

Type	X	Y	Lieu dit	Commune	Identifiant BD	Actions

Note : lors de l'étape 2, saisissez l'ensemble des points (Bétoires, Sources, Points d'injection, Points de suivi). Une fois la saisie des points terminée, saisissez un traçage en cliquant sur "Passer à l'étape 3" ou arrêtez la saisie en cliquant sur "fin de saisie". Attention, tous les points nécessaires à la saisie d'un traçage doivent être saisis lors de l'étape 2.

Fin de saisie

Passer à l'étape 3

Ajouter un point

Illustration 9 : Etape 2 : saisie des points

Si la référence bibliographique ne mentionne aucun traçage, la saisie s'arrête à l'étape 2 en cliquant sur le bouton « Fin de saisie » dans le cas contraire cliquer sur « Passer à l'étape 3 » (cf. Illustration 10).

ETAPE 2 : saisie des points Déconnexion Identité : testerA 

Source d'information principale

Nature du document : document texte (rapport, compte-rendu,...) Titre : Etude du comportement de l'aquifère crayeux dans la région de

Référence : BRGM/RP-58798-FR Organismes : BRGM

Localisation de la source : BIBLIOTHEQUE BRGM ID bilio : 1394

Type	X	Y	Lieu dit	Commune	Identifiant BD	Actions
Point d'injection	535700.00	6920948.00		ROUGEMONTIERS	P18102	Détail du point ✓ ✕

Note : lors de l'étape 2, saisissez l'ensemble des points (Bétoires, Sources, Points d'injection, Points de suivi). Une fois la saisie des points terminée, saisissez un traçage en cliquant sur "Passer à l'étape 3" ou arrêtez la saisie en cliquant sur "fin de saisie". Attention, tous les points nécessaires à la saisie d'un traçage doivent être saisis lors de l'étape 2.

[Fin de saisie](#) [Passer à l'étape 3](#) [Ajouter un point](#)

Illustration 10 : A l'issue de l'étape 2, la saisie peut être arrêtée en cliquant sur « Fin de saisie » s'il n'y a pas de traçage à saisir ou peut être poursuivie sinon en cliquant sur « Passer à l'étape 3 ».

Etape 3 : Saisie des traçages associés à la référence bibliographique

Pour pouvoir saisir un traçage, il est nécessaire qu'au préalable, tous les points utilisés par le traçage (les points d'injection et les points de suivi) aient été saisis lors de l'étape 2.

Pour commencer la saisie du traçage, cliquer sur « Ajouter un traçage » situé en bas à droite de l'écran (Illustration 11).

Concernant le détail de la saisie d'un traçage, se reporter au paragraphe 4.

Pour clôturer la saisie cliquer sur « Fin de saisie ».

Point d'injection	Date	Nombre de points	Identifiant BD	Contenu
Point d'injection - P686	02/12/2007 17:00	1	T390	Détail
Betore - B6560	01/04/1980 01:00	1	T360	Détail
Betore - B6573	11/03/2004 00:00	2	T359	Détail
Point d'injection - P686	11/03/2004 00:00	2	T358	Détail

Illustration 11 : Etape 3 : saisie d'un traçage

Remarques :

Remarque 1 : Téléversement de documents :

Le site internet de saisie permet d'associer des documents (dans la limite de 5Mo par document) aux bétaires, sources, points d'injection, points de suivi ou aux traçages (Illustration 1). Plusieurs documents peuvent être téléversés pour un même point ou traçage.

Les documents intéressants à téléverser sont par exemple :

- Pour les bétaires :
 - o les photos prises sur le terrain
 - o en cas d'aménagement de la bétaire : le DOE (dossier des ouvrages exécutés)
 - o tout document décrivant ou caractérisant la bétaire

- Pour les sources, points d'injection ou points de suivi :
 - o les photos prises sur le terrain
 - o tout document décrivant ou caractérisant le point
- Pour les traçages :
 - o La courbe de restitution
 - o Le rapport du traçage en pdf

Etape 1 : Visualisation d'un point

Localisation : VALLON DU CLOS DE MELAMARE

Caractéristiques > Bétoire n°B14952 > VALLON DU CL...

Masses d'eau - Entités hydrogéol

Bibliographie

Date d'observation

01/01/1999

16/06/2011

29/05/2007

08/01/2007

01/12/2005

+

Caractéristique de la perte

Hydrogéol

Type de perte : Perte pon

Alignement de bétoires : non

Diamètre (m) :

Bétoire aménagée : Indéterminé

Perte fonctionnelle : Inconnu

Type : indéterminé

Commentaires : FORMEE DEPUIS UNE DIZAINE D'ANNEES RECOMMANDATIONS D'AMENAGEMENTS PAR L'HYDRO AGREE

Informations : Les caractéristiques d'une bétoire sont associées à une date. Ajoutez une date d'observation puis saisissez les caractéristiques de la bétoire.

Gestion des documents

Supprimer le point

Enregistrer les modifications

Retour

Invalider le point

Illustration 12 : Fonction de téléversement de documents

Remarque 2 : Justificatif de saisie

Si la saisie est réalisée dans le cadre d'une prestation, un justificatif de saisie est imprimable depuis le site Internet afin de pouvoir justifier du travail de bancarisation réalisé (cf. Illustration 2). Ce justificatif rappelle la référence bibliographique ainsi que tous les points et traçages associés.

ETAPE 1 : Saisie de la source d'information

Déconnexion

Identité : testerA

brgm

Vérifiez si votre source d'information est déjà recensée dans la base :

année

organisme

titre

référence

Masquer les données validées

Id	Date	Organisme	Titre	Référence	Contenu
80	1970	BRGM	REALISATION D'UN PUIT ABSORBANT		associés
81	1970	BRGM	DONNEES GEOLOGIQUES ET HYDROGE		associés
82	1970	BRGM	DONNEES GEOLOGIQUES ET HYDROGE		associés
84	1984	BRGM	RECHERCHE DES CAUSES DE POLLUTIO		associés
85	1971	BRGM	ALIMENTATION EN EAU DES GROUPEM		associés
86	1968	BRGM	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES FONTAINES D'YPORT (SEINE-MARITIME)	685GL084PNO	Détail Points associés Traçages associés
88	1973	BRGM	H.L.M. DE LA VILLE D'AUTRETOT: EVACUATION DES EAUX USEES	73PNO117	Détail Points associés Traçages associés
89	1972	BRGM	ASSAINISSEMENT DES EAUX PLUVIALES DE LA Z.A.C DU CHAPITRE ; BL	725GN343PNO	Détail Points associés Traçages associés
91	1972	BRGM	ASSAINISSEMENT DU PAYS D'OUCHE	725GN217PNO	Détail Points associés Traçages associés
92	1972	BRGM	ASSAINISSEMENT DU SYNDICAT DE FOUCART- ALVIMARE (76), REJET D.	72PNO102	Détail Points associés Traçages associés
93	1974	BRGM	RESULTAT DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE F BIS DE JUIN - JUL	74PNO097	Détail Points associés Traçages associés
94	1973	BRGM	ETUDE PROSPECTIVE ET PERSPECTIVE D'EXPLOITATION DES RESSOURCE	735GN124PNO	Détail Points associés Traçages associés
95	1973	BRGM	LOTISSEMENT DES RESIDENCES AU LIEU-DIT "LES ECAMFAUX" A SAINT	73PNO005	Détail Points associés Traçages associés

Si la référence n'est pas déjà recensée, créez une nouvelle référence :

Création d'une nouvelle référence

Illustration 13 : Bouton d'impression du justificatif de saisie

4. Aide détaillée à la saisie

4.1. SAISIE D'UNE BETOIRE

Les bétoires sont les **points d'engouffrement naturels** de l'eau de ruissellement dans la nappe aquifère. Il s'agit donc des pertes, zones d'infiltration, indices de pertes, ... Les marnières et les puisards, qui eux sont artificiels, ne sont pas des bétoires.

3 onglets sont à renseigner lors de la saisie d'une bétoire :

- « Localisation »
- « Caractéristiques »
- « Masse d'eau »

4.1.1. Onglet : Localisation du point

Cet onglet regroupe les paramètres relatifs à la localisation géographique du point : commune, lieu-dit, coordonnées, précision et obtention des coordonnées, altitude et précision de l'altitude, nom et numéro de carte IGN, bassins versants hydrographique et hydrogéologique.

IMPORTANT 1 : pour saisir une bétoire il est impératif de connaître ses coordonnées (en Lambert I ou Lambert II étendue ou Lambert III ou Lambert IV ou Lambert 93 ou WGS 84). Si vous ne connaissez pas ses coordonnées, le site de consultation de l'inventaire vous permet de les récupérer (cf. encart ci-dessous).

Comment connaître les coordonnées géographiques du point à saisir ?

Se rendre sur le site internet de consultation de l'inventaire régional bétoires/traçages :

- <http://sigessn.brgm.fr>
- puis rubrique : « consultation des données » (dans la barre de menu verticale située à gauche de la page d'accueil du site)
- puis dans les sous-rubriques : Le karst de Haute-Normandie >> Consulter les données >> Accès Cartographique
- En bas de la carte affichée à l'écran, apparaissent les coordonnées en Lambert 93 de la position de la souris sur la carte. Vous pouvez ainsi récupérer les coordonnées de votre point.

IMPORTANT 2 : lors de la saisie d'un point, commencer par saisir les 3 champs correspondant aux coordonnées (X, Y et Projection) sans remplir les autres champs, puis cliquer sur le bouton « Vérifier l'existence ». Le site va alors vérifier que le point n'a pas déjà été saisi dans le cadre d'une autre référence bibliographique. Pour cela, il va lister dans une nouvelle fenêtre la liste des points

situés à moins de 50m du point dont vous avez rentré les coordonnées. Si dans cette liste, vous identifiez que votre point est déjà saisi, cliquer sur le bouton « Associer » et le site associera le point existant à votre référence bibliographique sinon cliquer sur « Ignorer ». Cette vérification permet d'éviter la création de doublons !

Illustration 14 : Ecran de saisie des données de localisation de la bétairie

Désignation locale : Appellation généralement utilisée pour désigner ce point

Commune, N° INSEE : A choisir dans la liste (ou utiliser le champ tri pour gagner du temps) puis cliquer sur « sélectionner »

Lieu-dit : lieu-dit dans lequel se situe le point à saisir

Points de repère (texte libre) : Positionnement sur le terrain par rapport à des points de repère visuels (bordure de route, croisée de chemin, arbres, maison,...), et/ou sections et numéros cadastraux (avec date du cadastre si connue). *Exemple : situé à 25m au SE du croisement de la RD39 et de la RN57.*

X et Y : Saisir les coordonnées dans les champs « X ou longitude » et « Y ou Latitude ». Une fois ces champs renseignés, choisissez la projection dans laquelle vous avez saisi les coordonnées. Une fois que le champ « Projection » est renseigné, le site calcule automatiquement les coordonnées en Lambert 93 (cf. champs X lambert 93 et Y Lambert 93).

Précision (m) : Précision des coordonnées saisies (par exemple si prises au GPS indiquer la précision indiquée par le GPS)

Mode d'obtention : Indiquer si les coordonnées ont été obtenues à l'aide d'un GPS standard (tout public), GPS haute précision, obtenues par lecture sur une carte IGN 25 000ième, plan cadastral etc...

Z (valeur en m) : Altitude et **degré de précision associée (valeur en m)** : Si l'altitude n'est pas donnée, on s'obligera à une lecture de la carte IGN (la précision normale sur la carte IGN au 1/25 000 est de +/- 5 m).

Carte IGN (mot clé) : Numéro et nom de la carte au 1/25 000ème. Lorsque l'on remplit l'un des deux critères, l'autre se remplit automatiquement.

Bassin versant hydrogéologique : Le lexique est basé sur les cartes d'atlas hydrogéologiques départementaux publiées en 1991, par le BRGM.

4.1.2. Onglet : Caractéristiques

La base de données permet d'historiser les caractéristiques des bétoires : les caractéristiques d'une bétoire (diamètre, profondeur, état, type d'aménagement, activité de la bétoire, commentaires,...) qui sont associées à une date d'observation.

Cette historisation permet de prendre en compte le caractère évolutif d'une bétoire et de ses aménagements sans perte d'information.

Commencer par renseigner le champ « Date d'observation » (date d'observation des caractéristiques sur le terrain) **puis renseigner ensuite les champs des trois sous-onglets** (Illustration 15) :

- **Caractéristiques de la perte**
- **Hydrogéologie**
- **Environnement du site**

Etape 2: Création d'un point de type Betoire

Localisation | **Caractéristiques > Betoire n°B0** | Masses d'eau - Entités hydrogéol | Bibliographie

Date d'observation
Créez une date : jj/mm/aaaa

Caractéristique de la perte | Hydrogéologie | Environnement du site

Type de perte : sélectionner

Alignement de bétoires : sélectionner

Diamètre (m) : Profondeur (m) :

Bétoire aménagée : sélectionner

Perte fonctionnelle : sélectionner Type : indéterminé

Commentaires :

Pour téléverser des documents ou gérer la liste des documents déjà déposés, cliquer sur le bouton suivant :
Gestion des documents

Retour Suivant

Information : Les caractéristiques d'une bétoire sont associées à une date. Ajoutez une date d'observation puis saisissez les caractéristiques de la bétoire.

Illustration 15 : Ecran de saisie des caractéristiques d'une bétoire (gestion des caractéristiques des bétoires par date d'observation sur le terrain)

o **Sous onglet « Caractéristiques de la perte »**

Type de perte (lexique) :

- Perte ponctuelle
- Dolines bétoires
- Zone d'infiltration diffuse
- Indice de bétoire

Ces différents types de pertes sont décrits à l'illustration 17.

Alignement de bétoire : choisir la mention « oui » lorsque les différents orifices d'engouffrement sont alignés le long d'une ligne de fracturation de la craie. L'orientation des vallées étant généralement guidée par les lignes de fracturation, les alignements de bétoires sont souvent dans l'axe des thalwegs. Si ce n'est pas le cas, il sera important de préciser l'orientation de l'alignement. Indiquer dans le champ commentaire, les identifiants des bétoires alignées.



Illustration 16 : Exemple d'un alignement de bétoires

Diamètre de la perte et profondeur de l'orifice (valeurs en m) : en cas d'orifices multiples, on indiquera les dimensions de l'orifice le plus important ou du plus visible). Si la géométrie n'est pas circulaire, saisir la plus grande dimension dans le champ diamètre et indiquer les autres en commentaire.

Perte ponctuelle

L'orifice d'engouffrement est unique et visible. C'est le cas de la bétoire simple, isolée



Doline bétoire

Doline bien formée (de plusieurs mètres de diamètre) comportant un ou plusieurs orifices d'engouffrement



Zone d'infiltration diffuse Et bétoires sournoises

Absence d'orifice visible dans la zone constatée de perte des eaux



Indice de bétoire

- 1) Anomalies ponctuelles repérées sans qu'il soit possible de savoir si elles constituent des points d'engouffrement des eaux de ruissellement dans le réseau karstique ou pas. (dépression, effondrement, affaissement, entonnoir, anomalie...)
- 2) Indétermination bétoire ou mamière (légende imprécise dans les rapports,...)



Illustration 17 : Typologie des bétoires selon la BD Bétoires/Traçages/exutoires

Bétoire aménagée : oui/non (oui si le comportement naturel a été modifié par les actions de l'Homme). Si oui, des champs complémentaires sont à renseigner pour préciser le ou les types d'aménagements (Illustration 18) :

Aménagements réalisés dans les règles de l'art :

- **Colmatage étanche** (argiles compactées, matériaux de granulométrie décroissante) : tout comblement total réalisé dans les règles de l'art, visant à interdire complètement l'engouffrement des eaux dans la perte.
- **Dérivation totale des flux** (merlon, noue,...) : toute action visant à neutraliser l'arrivée de flux ruisselant dans la bétoire. Le procédé le plus courant est l'édification d'un merlon de terrain, dérivant ou faisant barrage aux ruissellements.
- **Dérivation partielle des flux** (merlon avec débit de fuite) : la dérivation des flux est partielle et le débit s'infiltrant dans la bétoire est contrôlé (ex : merlon traversé d'un tuyau de diamètre calibré contrôlant le débit d'engouffrement).
- **Transformation en puits d'infiltration contrôlée** (avec bassin de décantation amont) : tous aménagements appropriés visant à permettre une injection maîtrisée des eaux dans l'orifice de la bétoire. Ceci nécessite un bassin de rétention, un débit de fuite contrôlé, un massif filtrant, un comblement de la bétoire par des matériaux appropriés à calibration bien contrôlée. Si l'aménagement n'est pas complet, on considérera qu'il s'agit d'un simple dispositif de transformation de la bétoire en puisard (cf. aménagements artisanaux ci-dessous).
- **Comblement par massif autobloquant** (blocage de la suffosion sans filtration) : l'aménagement consiste à former un édifice auto-bloquant par utilisation de matériaux de granulométrie bien spécifique. L'objectif n'est ici pas de filtrer l'eau qui s'infiltrerait mais de limiter les risques de suffosion (pertes de terres entraînées par les eaux d'engouffrement).
- **Comblement par massif filtrant calibré** : l'aménagement consiste à remblayer la bétoire par un des matériaux de granulométrie bien spécifique. La granulométrie est généralement décroissante puis chapeautée par un massif filtrant. L'objectif est ici d'améliorer la qualité de l'eau qui s'infiltrerait.

(des illustrations de ces différents types d'aménagement sont présentées à l'illustration 20)

Aménagements « artisanaux » :

- **Comblement tout-venant (matériaux inertes)** : toute action de comblement visant à compenser les pertes de terres entraînées avec les eaux d'engouffrement, par simple apport de matériaux tout venant (matériaux inertes uniquement, sinon à classer dans « Bétoire utilisée en décharge sauvage » ou « autre »)
- **Rejets d'effluents (eaux pluviales, usées, de drainage ...)** : lorsque des flux sont apportés à la bétoire : canalisation, fossés, dont l'exutoire est la bétoire.
- **Transformation en puisard (rechemisage)** : bétoire tubée et servant de puits d'infiltration
- **Bétoire utilisée en décharge sauvage**
- **Autre**

Anthropisation du bassin versant de la bétoire :

- **Hydraulique douce** (fascine, haie plantée, prairie enherbée, ...)
- **Hydraulique de rétention** (bassin de rétention, prairie inondable, ...)

Pour toute information complémentaire concernant les aménagements de bétoires ou leur classification se reporter au rapport BRGM/RP-58795-FR disponible sur le SIGES SN rubrique Karst Haute-Normandie ou via le site internet du BRGM.

Etape 2 : Création d'un point de type Betoire

Localisation | **Caractéristiques > Bétoire n°B0** | Masses d'eau - Entités hydrogéol | Bibliographie

Date d'observation
Créez une date : jj/mm/aaaa

Caractéristique de la perte | Hydrogéologie | Environnement du site

Diamètre (m) : Profondeur (m) :

Bétoire aménagée : Oui

Aménagement réalisé dans les règles de l'art :

- ☐ Colmatage étanche (argiles compactées,...)
- ☐ Comblement par massif autobloquant (blocage suffosion sans filtration)
- ☐ Transformation en puits d'injection
- ☐ Comblement par massif filtrant calibré
- ☐ Dérivation partielle des flux (merlon avec débit de fuite)
- ☐ Dérivation totale des flux (merlon, noue,...)

Aménagements de versant (en amont de la bétoire) :

- ☐ Hydraulique douce (prairie enherbée, bois billoné, fascines,...)
- ☐ Hydraulique de rétention (bassin de décantation, prairie inondable,...)

Aménagements "artisanaux" :

- ☐ Comblement tout venant (matériaux inertes)
- ☐ Bétoire utilisée en décharge sauvage
- ☐ Rejets d'effluents (eaux pluviales, usées, de drainage,...)
- ☐ Transformation en puisard (rechemisage)
- ☐ Autres

Perte fonctionnelle : sélectionner Type : Indéterminé

Commentaires :

Retour Suivant

Illustration 18 : Ecran de saisie des caractéristiques d'une bétoire – champs concernant les aménagements des bétoires

Perte fonctionnel (lexique) :

- oui si observation d'engouffrement de pluie,...
- non (obstruction, dérivation des flux, colmatage, autre mention claire de non infiltration)
- inconnu (en cas d'incertitude)

Si oui, Type (lexique) :

- pérenne : ce cas correspondant à une bétoire de rivière (ruissellement pérenne).
- actif : ce cas correspond au fonctionnement habituel des bétoires, avec un engouffrement constaté lors de chaque période de pluie et de ruissellement.
- peu actif : ce cas correspond à des bétoires connues pour avoir une moindre capacité d'absorption, pouvant ne fonctionner en période pluvieuses, que de manière discontinue, par à-coup.
- inconnu : en l'absence de précision sur le degré d'activité de la bétoire.

Commentaires des caractéristiques de la perte (texte libre) : il pourra être précisé dans ce champ : la forme de la bétoire, le nombre d'orifices et leur disposition (s'il s'agit d'une doline-bétoires), la date du premier effondrement, des prévisions d'aménagement de la bétoire, des propositions de traçage, d'étude géotechnique. De manière générale, ce champ permet de saisir en base toutes les informations relatives à la bétoire qui ne rentrent pas dans les champs existants.

Gestion des documents :

Le site internet de saisie permet d'associer aux bétoires des documents, dans la limite de 5Mo par document (cf. Illustration 19). Plusieurs documents peuvent être téléversés pour une même bétoire. Les documents intéressants à téléverser sont par exemple :

- o les photos prises sur le terrain
- o en cas d'aménagement de la bétoire : le DOE (dossier des ouvrages exécutés)
- o tout document décrivant ou caractérisant la bétoire

Etape 1 : Visualisation d'un point

Localisation > VALLON DU CLOS DE MELAMARE

Caractéristiques > Bétoire n°B14952 > VALLON DU CL...

Masses d'eau - Entités hydrogéol

Bibliographie

Date d'observation

01/01/1999

16/06/2011

29/05/2007

08/01/2007

01/12/2005

+

Caractéristique de la perte

Hydrogéologie

Type de perte : Perte ponctuelle

Alignement de bétoires : non

Diamètre (m) :

Bétoire aménagée : Indéterminée

Perte fonctionnelle : Inconnu

Type : Indéterminé

Commentaires : FORMEE DEPUIS UNE DIZAIN D'ANNEES RECOMMANDATIONS D'AMENAGEMENTS PAR L'HYDRO AGREE

Téléversement de documents en cliquant sur le bouton « Gestion des documents »

Gestion des documents

Information : Les caractéristiques d'une bétoire sont associées à une date. Ajoutez une date d'observation puis saisissez les caractéristiques de la bétoire.

Supprimer le point

Enregistrer les modifications

Retour

Invalider le point

Illustration 19 : Fonction de téléversement de documents

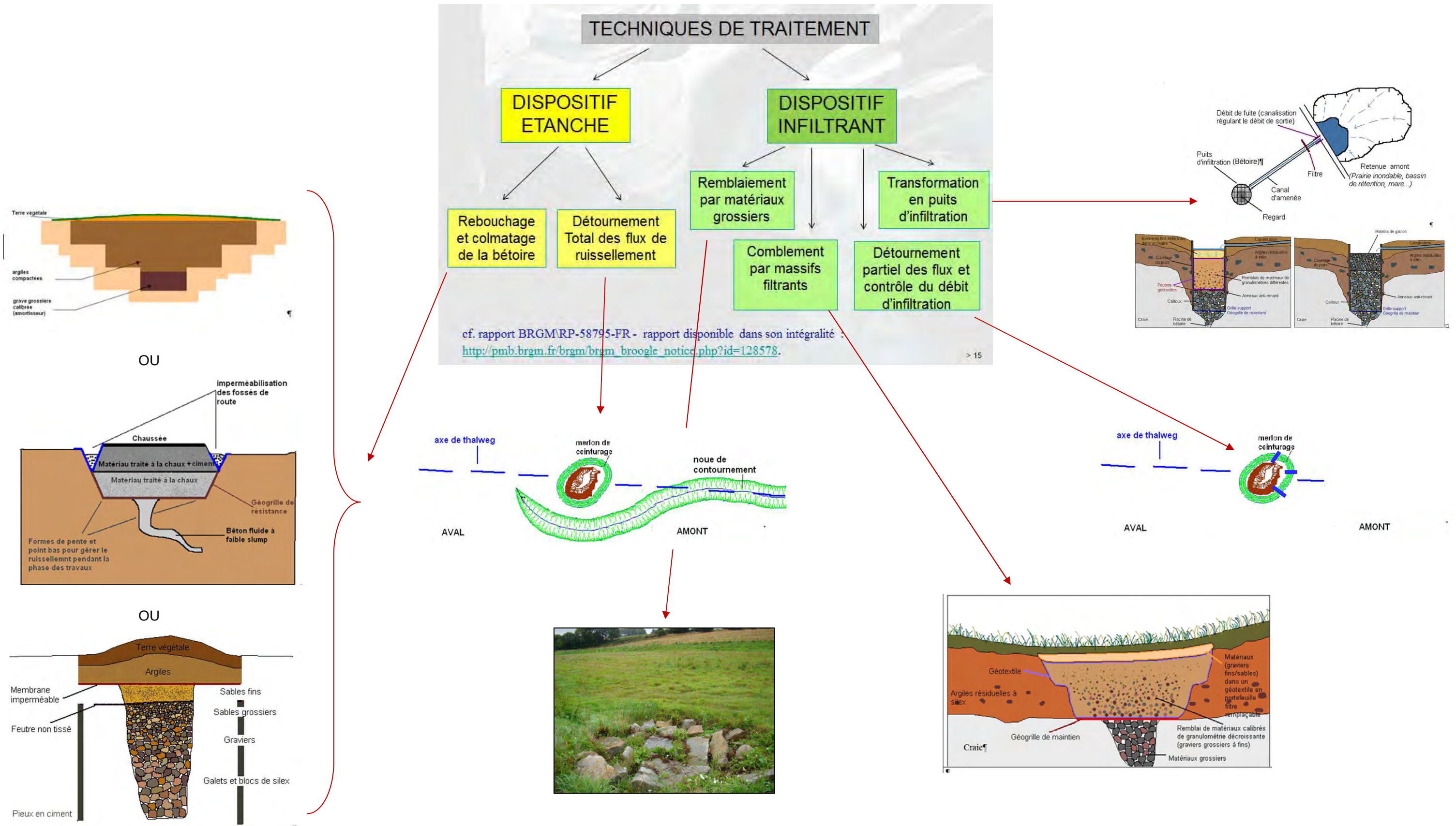


Illustration 20 : Classification des différentes techniques de traitement de bétail en Haute-Normandie

o Sous-onglet « Hydrogéologie » (Illustration 21)

Impluvium (valeur en km²) : correspond au bassin d'alimentation de la bétoire. Plus l'impluvium est grand, plus le débit entrant peut être important.

Profondeur de la nappe (valeur en m) : au droit ou à proximité de la bétoire (si information connue).

Débit d'engouffrement (moyen et maximum) et capacité maximale d'absorption (valeurs en l/s) : Si une seule valeur est disponible pour le débit d'engouffrement, renseigner le champ « Débit d'engouffrement moyen » et préciser qu'il s'agit d'une donnée ponctuelle dans le champ commentaire. La capacité d'absorption maximale correspond au débit d'engouffrement pour lequel la bétoire sature alors que le débit d'engouffrement maximum correspond au débit maximum observé, effectif.

Etape 2 : Création d'un point de type Betoire

Localisation | **Caractéristiques > Betoire n°B0** | Masses d'eau – Entités hydrogéol | Bibliographie

Identité : testerA

brgm

Date d'observation

Créez une date : jj/mm/aaaa

+

Caractéristique de la perte | **Hydrogéologie** | Environnement du site

Impluvium (km2) :

Profondeur de la nappe (m) :

Débit d'engouffrement moyen :

Maximal (l/s) :

Capacité maximale d'entrée (l/s) :

Nature des eaux d'engouffrement :

☐ Pluvial ☐ eaux industrielles ☐ routier

☐ Cours d'eau ☐ effluent d'assainissement ☐ domestique

☒ eaux usées non traitées ☐ agricole

Arrivée eaux turbides : ☐

Commentaires :

Retour Suivant

Information : Les caractéristiques d'une bétoire sont associées à une date. Ajoutez une date d'observation puis saisissez les caractéristiques de la bétoire.

Illustration 21 : Ecran de saisie de la partie hydrogéologie de la description de la bétoire

Nature des eaux d'engouffrement (cases à cocher) : L'origine et la nature des eaux d'engouffrement nous informent sur la qualité des eaux d'engouffrement, tant au niveau d'un risque de pollution, que d'un risque de turbidité.

- **pluviale** : eaux de ruissellement temporaires liées à la pluie. Choix par défaut, par opposition au cas du ruissellement permanent
- **cours d'eau** : cas du ruissellement permanent
- **eaux industrielles** rejets des eaux industrielles (après traitement)
- **effluents d'assainissement** eaux usées traitées (ex : eaux à la sortie d'une station d'épuration, sortie d'un assainissement autonome);
- **eaux usées non traitées** : tout rejet d'eaux usées non traitées
- **routier** : en cas de voiries sur les passages des ruissellements dans l'impluvium. Si la voirie dispose d'aménagements pour la maîtrise des ruissellements, capables de traiter les pollutions routières diffuses et accidentelles (bassins de rétention et de décantation, et déshuileur), cocher la case mais préciser en commentaire les aménagements existants
- **domestique** : eaux de toitures, autres usages d'un particulier, hors eaux usées
- **agricole** : en cas d'activités agricoles dans l'impluvium de la bêteoire,

si agricole, préciser s'il s'agit d'eau ayant ruisselées dans

- des cultures de labours
- des cultures permanentes
- s'il s'agit d'eau issue de zone d'élevages (stabulation, etc..)
- d'eau de drainage agricole (eaux de fossés de drainage,...)

Arrivée d'eaux turbides (cases à cocher) : si observation d'eaux turbides s'engouffrant dans la bêteoire.

Commentaires (texte libre) : il pourra être indiqué : la provenance exacte des eaux de ruissellement, des informations sur la qualité des eaux (turbides ou non, traces de pollution), des renseignements sur l'importance du débit, ...

o **Sous-onglet « Environnement du site » (Illustration 22)**

Contexte géomorphologique (lexique) :

- Plateau
- Amorce de versant (fin du plateau et amont du versant)
- Versant
- Fond de vallée sèche : toute vallée bien marquée sans cours d'eau (inclut tout cours d'eau non pérenne figuré par des tiretés sur les cartes IGN)
- Talweg : par rapport à la vallée sèche, le talweg est un événement de plus faible amplitude ; cette catégorie inclus notamment tous les petits talwegs situés en plateau ;
- Fond de vallée humide (hors lit de rivière) : pour les bétoires situées dans le fond d'une vallée possédant un cours d'eau permanent (bétoire situées en dehors du cours d'eau lui-même)
- Lit de rivière : pour les bétoires situées dans le cours d'eau

The screenshot shows a web application interface for 'Etape 2 : Création d'un point de type Bétoire'. The main section is titled 'Caractéristiques > Bétoire n°BO'. It has several tabs: 'Localisation', 'Caractéristiques > Bétoire n°BO', 'Masses d'eau - Entités hydrogéol', and 'Bibliographie'. The 'Environnement du site' tab is active. On the left, there is a 'Date d'observation' section with a date picker and a '+' button. Below it, a red text box provides information: 'Information : Les caractéristiques d'une bétoire sont associées à une date. Ajoutez une date d'observation puis saisissez les caractéristiques de la bétoire.' The main form area contains several fields: 'Contexte géomorphologique' (a dropdown menu), 'Environnement immédiat' (checkboxes for culture, habitation, prairie, voirie, bois, and industrie), 'Stratigraphie de la craie' (a dropdown menu), 'Autre pertes fonctionnant en parallèle' (a text input field), and 'Commentaires' (a large text area). At the bottom right, there are 'Retour' and 'Suivant' buttons.

Illustration 22 : Ecran de saisie pour décrire l'environnement du site dans lequel se situe la bétoire

Environnement immédiat (cases à cocher) : si ces observations n'ont pas été effectuées sur le terrain, cette information peut être obtenue grâce aux sites mettant à disposition des photos aériennes (géoportail, google earth)

- Culture
- Prairie
- Bois
- Habitation
- voirie (Autoroute, R.N, R.D, V.C, parking...)
- activité industrielle

Stratigraphie de la craie (lexique) : à compléter si information connue

Autres pertes fonctionnant en parallèle (texte libre) : si plusieurs bétoires travaillent en relais, on précisera les bétoires en liaison (par leurs numéros d'identifiant).

Commentaires sur l'environnement du site de la perte (texte libre) : remarques sur la proximité d'un bâtiment ou d'un aménagement pouvant être dangereux pour la qualité des eaux d'infiltration, ...

4.1.3. Onglet Masse d'eau / Entité hydrogéologique

Le site permet d'associer à chaque bétoire une ou plusieurs masses d'eau réceptrices.

Pour chaque association bétoire/masse d'eau, il convient d'indiquer comment cette association a été obtenue (champ Mode d'obtention) :

- masse d'eau située au droit de la bétoire : association géographique => choisir mode d'obtention « SIG »
- ou information obtenue suite à la réalisation d'un traçage : cas d'une source située sur une masse d'eau différente de la bétoire et dont la connexion avec la bétoire a été prouvée par traçage : choisir mode d'obtention « Traçage ».

Même raisonnement pour la saisie des entités hydrogéologiques associées à la bétoire. Les entités hydrogéologique sont ici celles du Référentiel Hydrogéologique Français version 1 (BD RHF v1).

Etape 2 : Création d'un point de type Betoire Déconnexion Identité : testerA 

Localisation Caractéristiques > Betoire n°B0 **Masses d'eau – Entités hydrogéol** Bibliographie

Masses d'eau réceptrices

Code Libellé	Mode d'obtention
3201 Craie du Vexin normand	sélectionner
	SIG (masse d'eau au droit d
	Traçage

Entités hydrogéologiques réceptrices

Code Libellé	Mode d'obtention
121E Craie marneuse du Turc	Traçage
	- +

Retour Valider

Illustration 23 : Association des masses d'eau et des entités hydrogéologiques à la bétoire

4.2. SAISIE D'UNE SOURCE (EXUTOIRE)

Les champs descriptifs des sources ont été créés sur le modèle des fiches papiers « sources » de la BSS (banque de données du sous-sol) (MARGAT J. et PALOC H., 1965).

3 onglets sont à renseigner lors de la saisie d'une source :

- o « Localisation »
- o « Caractéristiques »
- o « Masse d'eau »

4.2.1. Onglet : Localisation du point

L'onglet « localisation » des sources est similaire à l'onglet « *localisation* » des bêtaires. Se reporter aux explications du § 4.1.1.

4.2.2. Onglet : Caractéristiques

L'onglet « *caractéristique* » de la source, est composé de 3 sous-onglets :

- o « Description »
- o « Caractéristiques physico-chimiques »
- o « Régime hydrologique »

Sous-onglet « Description »

La description de la source correspond à la qualification de la nature de l'émergence, le contexte immédiat, le bassin d'alimentation auquel elle appartient, le contexte géomorphologique, les faciès rencontrés, la situation aval des eaux de l'exutoire, et enfin la classe hydrologique de la source (Illustration 24).

Illustration 24 : Ecran de saisie d'une source – sous-onglet Description de l'onglet Caratéristiques

Exutoire isolé /groupe d'exutoires (lexique) :

- Isolé
- Groupé (on parle de groupe d'exutoires lorsque les points de sortie sont très proches (<10m maximum) ou plus ou moins diffus ou masqués. Mention de « griffons »...)
- inconnu (en cas de doute ou si aucune indication : document cartographique uniquement etc...)

Point de sortie de l'exutoire (lexique) :

- localisé(s) (par défaut pour les sources isolées)
- diffus
- masqué(s)
- inconnu

Contexte immédiat d'émergence (lexique) :

- ponctuelle (sans éléments structuraux guides)
- sur discontinuité lithologique (banc à banc, niveau de silex)
- sur fissure(s), sur faille(s) ou sur diaclase(s)
- invisible sous les terrains affleurants : le point de sortie est masqué par une faible épaisseur de terrains superficiels.
- Occulte : le point de sortie est souterrain. Il ne s'agit donc pas d'une émergence au sens strict, mais d'une effluence. (ex : sortie d'eau sous alluvions, effluence sous-marine, drain, ...)
- autre
- inconnu

Des précisions pourront être apportées dans les champs ci-après : « bassin d'alimentation » ou « commentaires description exutoire ».

Nature de l'émergence (lexique) :

- source de terrains poreux : s'il est précisé que les écoulements n'ont pas emprunté de réseaux collecteurs fissuraux ou karstiques
- source de terrains fissurés : s'il est précisé qu'une partie des écoulements collectés provient d'un réseau de fissures. Si traçage positif et vitesse faible
- source de karst : les écoulements sont issus d'un réseau collecteur karstique. C'est le cas le plus fréquent dans la région. Il est généralement difficile de différencier les écoulements karstiques des écoulements de milieux fissurés. La différence s'appuie surtout sur des notions de vitesse, de débit ou de leur variabilité. Si le traçage indique à l'exutoire une vitesse supérieure à 10m/h en basses eaux ou supérieure à 75m/h en hautes eaux
- source mixte (poreux – fissural / karstique) : les eaux souterraines ont traversé à la fois un milieu poreux et un milieu fissural / karstique. Ces sources se caractérisent souvent par de fortes variabilités de vitesse et de débit
- source de nature inconnue : si traçage négatif et aucune information complémentaire
- point d'effluence : écoulement souterrain d'un système aquifère dans un autre. Si l'effluence est ponctuelle, on pourra parler de point d'effluence ou de perte occulte (MARGAT, 1972).

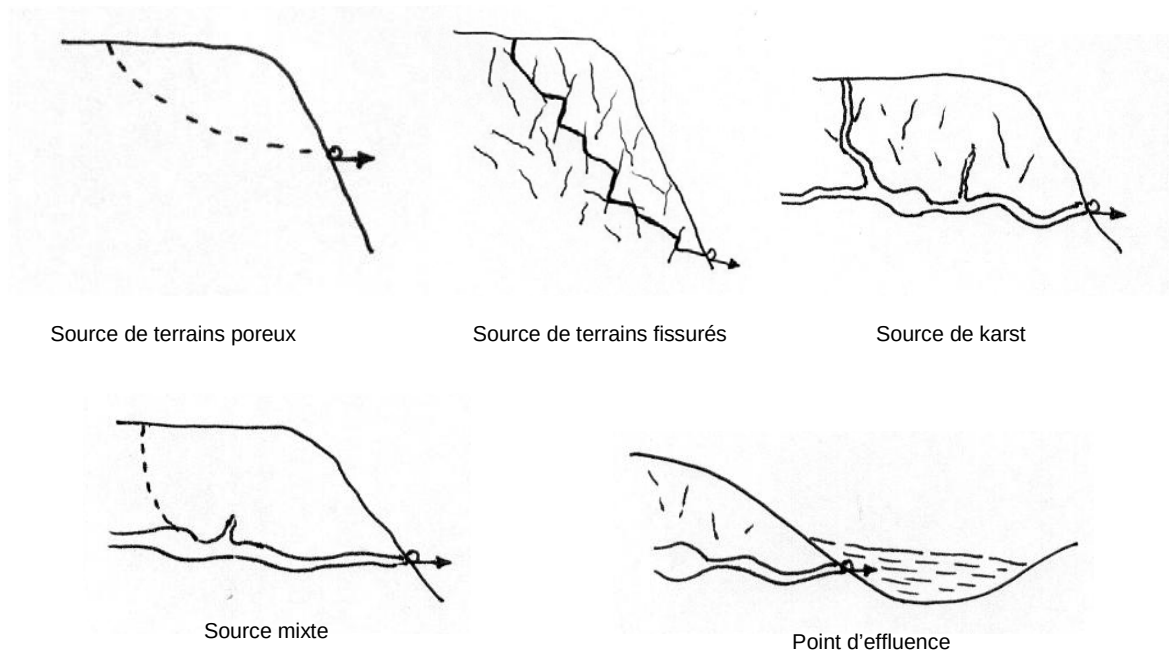


Illustration 25 : Schéma des différentes natures d'exutoire

En cas de source karstique,

Éléments de karst associés (lexique) :

- Grotte
- Rivière souterraine pénétrable
- Rivière souterraine non pénétrable
- Cavité noyée impénétrable
- Source siphonnante (vaclusienne) : résurgence d'une rivière souterraine par l'intermédiaire d'un siphon, qui contribue à en régulariser le débit.

Autres connaissances sur le bassin d'alimentation (texte libre) :

Un descriptif des conduits fissuraux / karstiques et des chambres karstiques éventuelles peut être fait à ce niveau. Des fichiers peuvent être téléversés en utilisant le bouton « gestion des documents » (plan des cavités pénétrables par exemple).

Des éléments sur les linéaments morpho-structuraux, des investigations électriques de terrain peuvent permettre une meilleure caractérisation des réseaux dans la craie.

Contexte géomorphologique (lexique) :

- plateau
- amorce de versant
- versant
- fond de vallée humide (hors lit de rivière)
- lit de rivière
- fond de vallée sèche
- pied de falaise
- flanc de falaise (à au moins un mètre de hauteur)
- platier littoral (visible à marée basse)
- sous-marin (non visible à marée basse)
- autre
- inconnu

Géologie au droit de l’affleurement (lexique) :

- Alluvions anciens
- Alluvions non différenciés
- Alluvions récents
- Argiles à silex
- Autre
- Bief à silex
- Colluvions de fond de vallons sec
- Colluvions de pente
- Craie
- Limons de plateau
- Sables littoraux
- Sables tertiaires

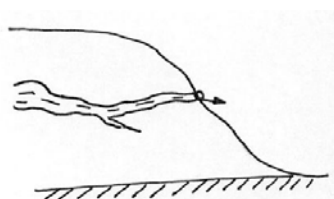
Situation aval des eaux d’exutoire (lexique) :

- se jette dans une vasque
- se jette dans un marais
- donne naissance ou alimente un cours d'eau
- ruisselle avant de s’infiltrer à nouveau
- se jette dans la mer (type platier ou flanc et pied de falaise littorale)
- se jette dans les alluvions
- alimente par effluence la nappe des sables verts
- ressort en mer (effluence sous marine).
- autre

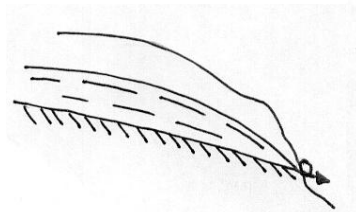
Cette information souvent fournie peut indiquer une limite hydrogéologique à proximité.

Classe hydrogéologique de source (lexique) :

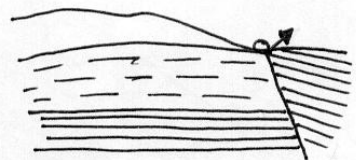
- **Source d'émergence** : source provenant de l'intersection de la surface de la nappe libre et de la surface du sol, sans qu'affleurent ni le mur, ni le toit imperméable de l'aquifère (MARGAT, 1972). C'est le cas de la plupart des sources de la région
- **Source de déversement** : source de nappe libre au contact du mur imperméable affleurant de la couche aquifère, et dont l'ensemble des filets d'eaux en amont de la source est situé au-dessus du niveau de la source et s'écoule dans le même sens que la pente du mur imperméable (MARGAT, 1972, et SCHOELLER, 1955). (uniquement possible au niveau de la boutonnière du pays de Bray : source au contact du mur de l'aquifère constitué des argiles du Gault)
- **Source de débordement** : source de nappe libre au contact du mur imperméable affleurant de la couche aquifère, et dont une partie au moins des filets d'eaux en amont de la source est située au-dessous du niveau de la source et s'écoule dans le même sens que la pente du mur imperméable (MARGAT, 1972, et SCHOELLER, 1955)
- **Source de trop plein** : source de nappe libre au contact du mur imperméable affleurant de la couche aquifère, et dont une partie au moins des filets d'eaux en amont de la source est située au-dessous du niveau de la source et s'écoule à contresens de la pente du mur imperméable (MARGAT, 1972, et SCHOELLER, 1955)
- **Source jaillissante (artésienne)** : toute source dont l'eau présente, au point d'émergence, une propension à s'élever plus ou moins au-dessus du sol, à jaillir naturellement. (rare dans la région type source d'Yport sur le platier)



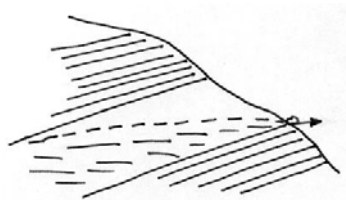
Source d'émergence



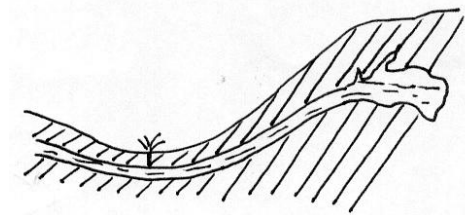
Source de déversement



Source de débordement



Source de trop plein



Source jaillissante

Illustration 26 : Schéma des différentes classes de source (d'après SCHOELLER, 1955)

Autres exutoires en liaison (texte libre) :

On indiquera les numéros identifiants des exutoires en liaison en précisant les positions réciproques par rapport à l'écoulement (amont, aval, latéral, immédiat). Il sera précisé également la classe hydrogéologique de la source en liaison, si celle-ci est connue.

En effet, un alignement de sources selon l'axe des thalwegs (axe de l'écoulement) est souvent constaté : il s'agit de sources d'émergences travaillant de concert, en fonction des fluctuations piézométriques. On observe fréquemment une source pérenne, définissant le début de la vallée humide et en amont des sources intermittentes fonctionnelles en période de crue. En période d'étiage, des sources plus en aval peuvent également être décelées.

Des alignements de sources latéralement à l'écoulement, ou le long d'une faille, peuvent aussi être observés (sources de débordement ou de déversement).

Commentaires (texte libre) : Il pourra y être décrit les griffons (orifice de l'émergence). Par ailleurs des précisions aux différents champs cités ci-dessus pourront être apportées.

Sous-onglet : « Caractéristiques physicochimiques »

Les champs de ce sous-onglet concernent les « caractéristiques physicochimiques » de la source, en analysant la nature de l'eau et en apportant des informations sur l'odeur, la saveur, la couleur de l'eau, l'équilibre chimique, ainsi que sur les résultats d'analyses réalisées.

The screenshot shows a web-based data entry form titled 'Etape 2 : Création d'un point de type Source'. The interface includes a top navigation bar with 'Déconnexion', a home icon, and the user 'Identité : testerA'. The main content area has several tabs: 'Localisation', 'Caractéristiques > Source' (selected), 'Masses d'eau - Entités hydrogéol', and 'Bibliographie'. Under the 'Caractéristiques > Source' tab, there are sub-tabs for 'Description', 'Caractéristiques physicochimiques' (selected), and 'Régime hydrologique'. The 'Caractéristiques physicochimiques' sub-tab is further divided into 'Qualités générales' and 'Conditions'. The 'Conditions' section contains the following fields:

- Odeur: [text input]
- Saveur: [text input]
- Couleur: [text input]
- Trouble: [dropdown menu, currently 'indéterminé']
- Turbidité mesurée: [dropdown menu, currently 'sélectionner']
- Turbidité moyenne: [text input]
- Turbidité maximale: [text input]
- Unité pour la turbidité: [dropdown menu, currently 'NTU']
- Equilibre chimique: [dropdown menu, currently 'sélectionner']
- Présence de tufs ou travertins: [checkbox]
- Autres dépôts: [text input]
- Nombre d'analyse disponible: [text input]
- Conductivité maximale: [text input] µS/cm
- Date première analyse: [date input, format jj/mm/yyyy]
- O2: [text input] mg/l
- Date dernière analyse: [date input, format jj/mm/yyyy]
- Chlorure: [text input] mg/l
- Autres mesures: [text input]
- Commentaires: [text input]

At the bottom right of the form are 'Retour' and 'Suivant' buttons.

Illustration 27 : Ecran de saisie d'une source – sous-onglet Caractéristiques physicochimiques de l'onglet « Caractéristiques »

Odeur (texte libre), Saveur (texte libre), Couleur (texte libre) : L'odeur est normalement « nulle » ou « bonne », la saveur « agréable » et la couleur « limpide » ou « incolore ». Tout décalage traduit une influence du milieu : une fermentation pourra donner une odeur, une saveur pourra indiquer des eaux ferrugineuses, saumâtres..., une coloration pourra traduire un lessivage des limons, d'Argiles, de fer...

Apparition de trouble (lexique) : Indication visuelle qualitative d'une sensibilité à la turbidité.

- A fort débit
- Après fortes pluies
- Après pluies modérées
- Ne se trouble jamais

Si l'eau se trouble dans plusieurs de ces cas, on sélectionnera la sensibilité la plus élevée (ex : si l'eau se trouble après des pluies modérées et des fortes pluies, on choisira la case « après pluie modérées »).

Turbidité mesurée (lexique) :

- Valeur ponctuelle
- Mesure régulière
- En continu (turbidimètre installé sur captage AEP par exemple)
- Aucune mesure connue (par défaut, en absence de valeur trouvée)

Turbidité moyenne (valeur décimale en NTU) et maximale (valeur décimale en NTU) : Si une seule valeur de turbidité fournie, la saisir dans « turbidité moyenne ».

Equilibre chimique de l'eau (lexique) :

- Agressive (acide)
- Equilibrée (neutre)
- Incrustante (carbonatée)
- Inconnue

Autres dépôts (texte libre) : Tout facteur susceptible d'altérer l'état brut des eaux émergentes (flore, faune, pollution, ...).

Température de l'eau / température de l'air / conductivité / pH / dureté / chlorure (Valeurs) :

Dans chacun de ces paramètres seront rentrées les valeurs moyennes (si plusieurs échantillons). A remplir même en cas de valeur isolée (précisons à apporter dans le champ commentaire).

Ces critères peuvent apporter des informations importantes sur le trajet des eaux (ex : mélange eaux souterraines / eaux superficielles, le temps de séjour...). En effet, les circulations rapides ont généralement une conductivité moindre, les chlorures peuvent marquer une intrusion saline, saumâtre...

La notion de moyenne est très souvent délicate compte tenu de la faiblesse du nombre d'échantillons généralement effectués. Le champ « nombre d'analyses disponibles » permet de compléter cette notion de moyenne.

Des fortes variations seront au moins aussi intéressantes à signaler que les valeurs moyennes (champ « commentaires » de l'onglet « Caractéristiques physico-chimiques »).

Autres mesures (texte libre) : tout autre mesure relative aux caractéristiques physico-chimiques pourra être renseignée dans ce champ.

Commentaires des caractéristiques physico-chimiques (texte libre) : des précisions sur les différents champs cités ci-dessus pourront être apportées.

Sous-onglet : « Régime hydrologique »

Pour finir, le sous-onglet « Régime hydrologique » permet de renseigner les champs tels que l'utilisation faite de la ressource, son état, la fonctionnalité de l'exutoire, le type de régime, les mesures de débit, les périodes de tarissement et de crue.

The screenshot displays the 'Etape 2 : Création d'un point de type Source' window. The 'Régime hydrologique' sub-tab is active. The form includes the following fields:

- Utilisation de la ressource: indéterminé (dropdown)
- Etat: Inconnu (dropdown)
- Fonctionnalité de l'exutoire: inconnu (dropdown)
- Type de régime: indéterminé (dropdown)
- Rythme des mesures de débit: indéterminé (dropdown)
- Equipement de mesure: sélectionner (dropdown)
- Débits Moyenne: [] l/s, Minimum: [] l/s, Maximum: [] l/s
- Hauteurs Minimum: [] m, Maximum: [] m
- Période d'étiage/tarissement: []
- Période de crue/débit maximal: []
- Autres observations: []

Navigation buttons 'Retour' and 'Suivant' are at the bottom right. The top bar shows 'Déconnexion', 'Identité: testerA', and the 'brgm' logo.

Illustration 28 : Ecran de saisie d'une source – sous-onglet « Régime hydrologique » de l'onglet « Caractéristiques »

Utilisation de la ressource (lexique) :

- non captée
- captée - Adduction Eau Potable
- captée - alimentation animale
- captée - alimentation d'une fontaine
- captée - irrigation agricole
- captée - adduction Eau Industrielle
- captée - usage domestique
- captée - agro-alimentaire
- inconnu

Ce paramètre permet par défaut d'évaluer l'ampleur de la ressource et ses enjeux. L'ordre d'importance des utilisations (ordre décroissant) : AEP > agro-alimentaire > eau industrielle > irrigation agricole > alimentation animale > usage domestique > fontaine non AEP. Dans le cas où il y aurait plusieurs utilisations on choisira la plus importante.

Etat (lexique) :

- Naturelle (valeur par défaut si non captée)
- Remblayée, obstruée
- Aménagée (valeur par défaut si captée pour l'AEP)
- Inconnu (valeur par défaut autrement, autre type de captage ou inconnu)

Fonctionnalité de l'exutoire (lexique) :

- ne tarit jamais
- tarit exceptionnellement (attention peut concerner une source dite pérenne)
- tarit saisonnièrement (écoulement continu sur plus de 6 mois)
- coule saisonnièrement (écoulement continu de moins de 6 mois)
- intermittent
- coule exceptionnellement
- inconnu (par défaut)

Sans renseignements autres que des mesures ponctuelles de débit, on pourra considérer par défaut :

- pour des valeurs au-dessus de 10 l/s, un tarissement exceptionnel
- pour des valeurs au-dessus de 100 l/s, une absence de tarissement
- en-dessous de 10 l/s, aucun choix ne sera fait.

Type de régime (lexique) :

- Régulier
- Irrégulier
- Intermittent
- Inconnu

Rythme des mesures des débits (lexique) :

- Continu
- Contrôle Régulier
- Contrôle Irrégulier
- Mesures ponctuelles
- Pas de mesures

Équipement de mesures (lexique) :

- Echelle de niveau
- Limnigraphe
- Station de jaugeage fixe
- Jaugeage au moulinet
- Jaugeage sur seuil
- Pas d'équipement de mesures : estimation visuelle grossière

Dans le cas où il y aurait plusieurs équipements de mesures, on retiendra le plus précis, suivant l'ordre suivant : limnigraphe > station de jaugeage fixe > échelle de niveau > Jaugeage sur seuil > jaugeage au moulinet. Attention : cet ordre n'est pas absolu, il faudra également comparer les mesures elles-mêmes pour savoir lesquelles sont les plus significatives.

Moyenne des débits mesurés / estimés (valeur en l/s) : donne une idée de l'importance de l'écoulement émergent. A remplir même en cas de valeur isolée (précisons à apporter dans le champ « commentaire »).

Variations extrêmes du débit (l/s) / hauteur (m) : minimum (valeur) et maximum (valeur). A remplir même si peu de valeurs (précisons à apporter dans le champ « commentaire »).

Période d'étiage ou de tarissement, de crue ou débit maximal (textes libres) : on indiquera les mois ou la saison, pour lesquels ces événements sont le plus fréquemment observés et les débits correspondants.

Autres observations (texte libre) : détail sur l'utilisation (ex pour un AEP : « alimente la ville de Rouen »), description de l'aménagement (nombre de pompes), ...

4.2.3. Onglet : « Masse d'eau / Entité hydrogéologique »

Le site permet d'associer à chaque source une ou plusieurs masses d'eau et entité hydrogéologiques.

Pour l'aide à la saisie, le principe est le même que pour le cas des bêttoires ; se reporter au § 4.1.3.

4.3. SAISIE D'UN POINT D'INJECTION

Un « point d'injection » doit être créé lorsque l'injection d'un traçage a été effectuée dans un point autre qu'une bétoire (dans un forage, un fossé, un talweg par exemple).

Les caractéristiques invariantes du point physique (localisation, nature,...) sont décrites dans la fiche « point d'injection ». Les critères qui dépendent du traçage seront décrits dans les fiches « traçages ».

3 onglets sont à renseigner lors de la saisie d'un point d'injection :

- « Localisation »
- « Caractéristiques »
- « Masse d'eau »

4.3.1. Onglet : « Localisation du point »

L'onglet « localisation » des points d'injection est similaire à l'onglet « localisation » des bétoires. Se reporter aux explications du § 4.1.1.

4.3.2. Caractéristiques du point d'injection

Nature du point d'injection (lexique) :

- Plan d'eau
- Cours d'eau
- Puits/forage/piézomètre (*ouvrage atteignant la nappe*)
- Puits filtrant, puisard (*ouvrage n'atteignant la nappe*)
- Sondage pelle mécanique, fosse
- Fossé, talweg
- Marnière
- Autres
- Inconnu

Description (texte libre) : tout élément relatif à la description du point d'injection sera renseigné dans ce champ.

Gestion des documents :

Le site internet de saisie permet d'associer des documents (dans la limite de 5Mo par document) aux points d'injection. Plusieurs documents peuvent être téléversés pour un même point. Les documents intéressants à téléverser sont par exemple : les photos prises sur le terrain, tout document décrivant ou caractérisant le point (portion de rapport, etc...)

Illustration 29 : Ecran de saisie des caractéristiques d'un point d'injection

4.3.3. Onglet : « Masse d'eau / Entité hydrogéologique »

Le site permet d'associer à chaque point d'injection une ou plusieurs masses d'eau et entité hydrogéologiques receptrice.

Pour l'aide à la saisie, le principe est le même que pour le cas des bétoires ; se reporter au § 4.1.3.

4.4. SAISIE D'UN POINT DE SUIVI

Un « point de suivi » doit être créé lorsque le suivi d'un traçage a été réalisé sur un point autre qu'une source (un forage ou une rivière par exemple).

Les caractéristiques invariantes du point physique (localisation, nature, contexte environnemental, ...) sont décrites dans la fiche « point de suivi ». Les critères qui dépendent du traçage, seront décrits dans les fiches « traçages ».

Le point de suivi n'étant en fait considéré, que pour sa relation avec le traçage, sa description restera succincte et pourra renvoyer à d'autres bases : Banque de données du Sous Sol au BRGM (BSS), fiches SISE-EAUX de l'ARS pour les points AEP, données de l'AESN (valeurs de prélèvements), etc.

La totalité des AEP d'INFOTERRE, ainsi que quelques forages ou puits susceptibles d'avoir fait l'objet d'un traçage, ont été déversés de manière automatique dans la base (référence biblio 38). Cependant certains champs comme le « lieu-dit », ou le champ « commentaires des caractéristiques », doivent être vérifiés, si l'on fait appel à ces fiches pour décrire un traçage.

3 onglets sont à renseigner lors de la saisie d'un point de suivi :

- « Localisation »
- « Caractéristiques »
- « Masse d'eau »

4.4.1. Onglet : Localisation du point

L'onglet « localisation » des points de suivi est similaire à l'onglet « localisation » des bétoires. Se reporter aux explications du § 4.1.1.

4.4.2. Caractéristiques du point de suivi

Nature du point de suivi (lexique) :

- Forage, puits (doté d'une pompe) : les puits et forages dotés de pompe à niveau potentiellement dynamique seront distingués des puits et forages non équipés pour lesquels le niveau d'eau pourra être toujours considéré comme niveau statique (ci-dessous)
- Forage, puits (éventuel puisage manuel)
- Point d'eau de surface (étang, mare, fosse)
- Rivière
- Autre (à préciser dans le champ « commentaires »).

Contexte géomorphologique (lexique) :

- Plateau
- Amorce de versant
- Flanc de versant
- Fond de vallée, hors rivière (vallée sèche)
- Fond de vallée en rivière (vallée humide)
- Pied de falaise
- Flanc de falaise (au moins 1 m de hauteur)

Profondeur moyenne de la nappe au repos (valeur en m) : indicative du niveau de profondeur des écoulements.

Perméabilité de l'environnement proche du point (lexique) :

- **faible** : on parlera de perméabilité faible pour des valeurs de perméabilité de l'ordre de 10^{-6} m/s ou moins. En absence fréquente de valeur de perméabilité, ce choix correspond par exemple aux zones peu ou pas conductives comme par exemple les parties de plateau sans fissuration connue.
- **moyenne** : on parlera de perméabilité moyenne pour des valeurs de perméabilité de l'ordre de 10^{-3} à 10^{-5} m/s. Ces valeurs correspondent aux parties conductives de la craie, hors réseaux karstiques ou fissuraux ouverts. Cela correspond par exemple aux vallées drainantes non karstifiées (zone conductive de la craie, sans comportement karstique net...).
- **forte** : on parlera de perméabilité forte pour des valeurs de perméabilité supérieures à 10^{-3} m/s (zone de karst avéré, zone d'alluvions....).

A ne remplir que si la valeur de perméabilité est disponible ou en cas d'information du type « le forage intercepte un conduit karstique » ...

Ce critère est proposé pour tenir compte de l'influence qu'aurait une contamination, à hauteur du point de suivi, sur la déformation de la réponse naturelle au droit du traçage, qu'elle soit connue (perméabilité mesurée) ou probable (alluvions, zone de pollution en milieu perméable).

Commentaires (texte libre) :

Il y sera précisé la nature exacte du point (forage, puits, ...), son utilisation (ex : AEP, eaux agro-alimentaires, ...) et des renseignements sur la qualité de l'eau si disponibles, ...

Gestion des documents :

Le site internet de saisie permet d'associer aux points de suivi des documents, dans la limite de 5Mo par document. Plusieurs documents peuvent être téléversés pour un même point. Les documents intéressants à téléverser sont par exemple : les photos prises sur le terrain, tout document décrivant ou caractérisant le point (portion de rapport, etc...)

Illustration 30 : Ecran de saisie des caractéristiques d'un point de suivi

4.4.3. Onglet : « Masse d'eau / Entité hydrogéologique »

Le site permet d'associer à chaque source une ou plusieurs masses d'eau et entités hydrogéologiques.

Pour l'aide à la saisie, le principe est le même que pour le cas des bétoires ; se reporter au § 4.1.3.

4.5. SAISIE D'UN TRAÇAGE

Les traçages ont pour but de vérifier l'existence d'un lien hydrogéologique entre deux points : un point d'injection du traceur (en surface) et un point de restitution (en surface ou souterrain).

Avant de démarrer la saisie d'un traçage, il convient de s'assurer que les points du traçage ont été préalablement saisis lors de l'étape 2 (tous les points nécessaires doivent apparaître dans le tableau listant les points associés à la référence bibliographique -tableau de la page principale de l'étape 2-).

La saisie du traçage proprement dit commence à l'étape 3. Il convient de renseigner :

1. **Les informations concernant le protocole d'injection** : point d'injection utilisé, nature du traceur, quantité de traceur injectée, volume de chasse, condition climatique de réalisation de l'essai, etc.... (cf. § 4.5.1)
2. **Les informations concernant les conditions de réalisation du suivi en chaque point et le résultat obtenu** (cf. § 4.5.2)

4.5.1. SAISIE DU PROTOCOLE D'INJECTION

La première étape consiste à saisir les informations concernant le protocole d'injection du traceur, en indiquant le numéro du point où l'injection a eu lieu, le nombre de points de suivi, l'objectif du traçage, la date d'injection, la durée d'observation, l'auteur du suivi du traçage, la nature du traceur, la quantité de traceur injectée, le volume de chasse injecté pour permettre l'infiltration du traceur, les conditions climatiques et le contexte hydrogéologique.

Illustration 31 : Ecran de saisie d'un traçage – renseignement du protocole d'injection

Point d'injection (valeur numérique) : il s'agit d'indiquer l'identifiant du point utilisé pour l'injection du traceur. Il peut s'agir d'une « bétoire » ou d'un « point d'injection anthropique ». Afin de faciliter la recherche du point d'injection, le site n'affiche que la liste des bétoires et points d'injection que vous avez saisis lors de l'étape 2.

Objectif du traçage (texte libre):

Il est important de rappeler la raison motivant l'opération du traçage. Selon les cas, l'accent sera mis :

- soit sur la caractérisation du point d'injection (évaluation de l'engouffrement et de l'impact, dangerosité en aval),
- soit sur un des points de cibles (vérification de l'impact d'une bétoire sur une cible donnée),
- soit sur la connaissance patrimoniale du milieu karstique / fissural.

Il serait bien de préciser également si l'objectif recherché est plutôt la qualification ou la quantification de la relation hydraulique (parfois variable selon les points de suivi).

Date d'injection (champ date au format jj/mm/aaaa) :

Remarque : si vous saisissez un vieux traçage dont la date d'injection n'est pas connue, la date « 11/11/1111 », permettra de ne pas bloquer la saisie, tout en montrant que cette date est inconnue.

Traçage suivi par (texte libre) : on indiquera avant tout l'organisme ayant dirigé l'opération, et le nom du responsable du traçage. Les différents intervenants dans le traçage pourront être précisés (personne(s) ayant réalisé l'injection et personne(s) ayant fait les prélèvements). Modèle de saisie : « BRGM DR HNO ; JACQUOT P. (INJECTION), HOLE J.-P. (PRELEVEMENTS) ».

Nature du traceur utilisé (lexique) :

Remarque : la liste des traceurs proposés n'est pas figée et peut être optimisée. Si le traceur utilisé n'apparaît pas dans le lexique, merci d'envoyer un courriel à SGR_HNO@brgm.fr. En cas d'opération multi-traçage, autant de traçages seront saisi que le nombre de traceurs injectés (dans les commentaires noter pour chacun qu'il s'agit d'un multi-traçage et indiquer les identifiants des autres traçages associés)

Quantité utilisée (valeur décimale) et unités (lexique) :

quantité de traceur injectée.

Dans le cas des traçages continus : L'injection se fait à concentration fixe, donc on indiquera la valeur de la « concentration du traceur injecté ».

Volume de chasse (valeur décimale) :

quantité d'eau injectée après l'injection du traceur pour chasser le traceur vers la nappe. Exprimé généralement en m³ d'eau injectée ou en débit. Si le débit est saisi, merci de renseigner également la durée.

Dans le cas d'une chasse par écoulement naturel (chasse exercée par le ruissellement d'eau de pluie qui s'engouffre dans le point d'injection), saisir la valeur du flux d'engouffrement calculé ou estimé (en l/s).

Remarques générales (texte libre) :

Il sera indiqué des commentaires généraux sur les conditions de réalisation du traçage, pouvant avoir un impact significatif sur la qualité du résultat (ex : points de suivi mal localisés, mauvaises conditions du traçage, présence de traceur avant injection, points de suivi imprévus, multi-traçage, ...)

Conditions climatiques (lexique) :

sous-entendu quelques jours avant et pendant le suivi :

- Période sèche : absence de pluies (supérieure de 5 mm/jour) pendant les 4 à 5 jours précédents l'injection. Des pluies marquées après l'injection peuvent influencer le résultat également et devront rester inférieures en intensité à 20 mm/jour pendant le suivi.
- Période pluvieuse : pluies supérieures de 5 mm/jour pendant les 4 à 5 jours précédents l'injection. Des pluies marquées (supérieures en intensité à 20 mm/jour) après l'injection pendant la période de suivi seront également indicatrices d'une période pluvieuse.
- Inconnu (par défaut)

Les pluies peuvent, à l'infiltration, accélérer les flux d'écoulement souterrains et induire des phénomènes de dilution. Elles influent sur les résultats du traçage. Cette information est souvent fournie de manière qualitative.

Conditions hydrogéologiques (lexique) :

- Hautes Eaux
- Moyennes Eaux
- Basses Eaux

Il convient de situer l'essai par rapport aux fluctuations interannuelles de l'aquifère de la craie et non aux fluctuations saisonnières. Les chroniques de piézomètres de références sont disponibles sur le site internet ADES : chroniques des piézomètres de Farceaux dans l'Eure et de Rocquemont en Seine-Maritime par exemple.

4.5.2. RESULTAT EN CHAQUE POINT DE SUIVI

La deuxième étape consiste à saisir les caractéristiques du protocole de suivi et les résultats obtenus aux différents points.

RESULTATS DU TRACAGE

Points de suivis du tracage

Point de suivi n°1 (P534)	Résultats
Point de suivi n°2 (P612)	Résultats
Point de suivi n°3 (P613)	Résultats
Point de suivi n°4 (P614)	Résultats
Point de suivi n°5 (P16980)	Résultats

Invalidier le traca... Supprimer le traçage Enregistrer les modifications Retour

Choix et Caractéristiques > Syndicat de Valmont, A... Conditions de suivi > Syndicat de Valmont, A... Résultats > Syndicat de Valmont, Abbaye, Le ... Fiabilité des résultats

Point de suivi : **S534 VIVIER (LE)**

Distance à l'injection (km) : 9.46

Dénivellé (m) : 68.00

Appareil d'analyse : Analyse visuelle lampe UV

Restitution du traceur : ☐ Oui ☒ Non

Type de traçage : Qualitatif

Commentaires :

Nature :	Source	BSS :	00576X0005/HY
Désignation locale :	Syndicat de Valmont, Abbaye, Le Vivier		
Commune :			
Lambert 93, X :	521289.194	Y :	6962786.884
Altitude :	55 m NGF		
Carte IGN N° :	18090T		
Bassin hydrologique :	Valmont		
Bassin hydrogéologique :	Valmont		
Distance à l'injection (km) :	9.46	Dénivellé (m) :	68.00

Invalidier le tracage Retour Suivant

Illustration 32 : Ecran de saisie des résultats aux différents points de suivi – onglet « Choix et caractéristiques »

4 onglets sont à remplir : Choix et caractéristiques, conditions de suivi, résultats et fiabilités des résultats (cf. Illustration 32)

Onglet : « Choix et caractéristiques »

Dans le premier onglet « *choix et caractéristiques* », les champs à renseigner concernent les appareils qui ont été utilisés pour les analyses des échantillons, le résultat du traçage (restitution du traceur) et le type de traçage : si le traçage est quantitatif (avec des valeurs) ou qualitatif (s'il répond seulement à positif/négatif).

Appareil d'analyse (lexique) :

- Fluorimètre → Fluorescent
- Spectro-fluorimètre → Fluorescent, ...
- Dosage colorimétrique → Colorant
- Photométrie d'absorption atomique → salins, ...
- Conductivimètre → conductivité
- Turbidimètre → turbidité
- Comptage bactérien → Bactéries et particules
- Appareil à double collecteur → isotopes, ...
- Comptage à scintillation liquide → radioactif
- Emission lors de la désintégration → radioactif
- Mesure de concentration simple → salins, sels métalliques, ...
- Autre (à préciser en commentaires)
- Analyse visuelle (lampe UV) → Colorant
- Inconnue

Les références précises de l'appareil utilisé et la méthode d'analyse seront indiquées en « commentaires ».

Restitution du traceur (case à cocher) : (= résultat du traçage) correspond à la restitution ou non du traceur en ce point de suivi :

- oui
- non

Type de traçage (lexique) :

- Qualitatif : par défaut, on considéra un traçage fourni sans courbe de restitution comme qualitatif.
- Semi-quantitatif : on parlera de traçage semi-quantitatif lorsqu'on obtient une courbe de restitution, avec des valeurs relatives
- Quantitatif : un traçage quantitatif permet l'obtention d'une courbe de restitution chiffrée précisément (valeurs absolues des concentrations).

Onglet : « Conditions de suivi »

Dans l'onglet des « conditions de suivi » les informations suivantes sont à renseigner : l'équipement pour le suivi in situ ou pour la prise d'échantillon (mode de surveillance), le nombre d'échantillons prélevés, le débit moyen de sortie du forage ou de la source, le niveau statique de la nappe, la nature des eaux suivies, et le bruit de fond naturel (quantité de traceur présente naturellement dans l'eau).

Illustration 33 : Ecran de saisie des résultats aux différents points de suivi – onglet « Conditions de suivi »

Type d'équipement in situ (champ à cocher)

- **Préleveur automatique** : appareil d'échantillonnage dont la fréquence de prélèvement peut être programmée. Cet appareil possède généralement de 20 à 40 flacons d'échantillonnage.
- **Fluocapteur (simple)** : échantillon de charbon actif fixant les colorants. Le fluocapteur renseigne immédiatement sur la concentration en traceur des eaux dans lesquelles il baigne.
- **Fluocapteurs (multiple)** : le principe consiste à mettre une grappe de fluocapteurs comportant autant de fluocapteurs que de passages sur sites, et dont on retire les échantillons un à un. En cas de faible réponse du traceur, la méthode permet de préciser éventuellement le passage effectif du traceur fluorescent par rapport au bruit de fond naturel.
- **Fluorimètre de terrain** : sonde terrain mesurant in situ et en continu la fluorescence
- **Débitmètre**
- **Conductivimètre**

- Pas d'équipement (prélèvement manuel)
- Autre (préciser la nature dans commentaires)
- Inconnu

Débit moyen de sortie (valeur en l/s) ou niveau statique (valeur en m) : moyenne estimée ou mesurée sur toute la période de suivi (à remplir même en cas de valeur isolée (précisons à apporter dans le champ commentaire).

Si le point de suivi n'a fait l'objet d'aucun pompage avant et pendant le traçage, on pourra indiquer la profondeur du niveau statique de l'aquifère crayeux, au moment du suivi. Si un niveau a été pris à coté du point de suivi, on pourra l'indiquer également.

Typologie des eaux échantillonnées (cases à cocher) :

- Eaux souterraines de la craie seule : les eaux souterraines échantillonnées n'ont pas fait l'objet de mélange avec autres systèmes aquifères (alluvial, marin, eaux de surface). Si le point de captage n'est pas situé en contexte littoral, alluvial ou industriel, les eaux échantillonnées seront supposées par défaut, comme eaux souterraines de la craie seule. Dans les autres cas, les eaux seront considérées comme « mélangées ».
- Eaux souterraines de la craie mélangées

Dans le cas, des eaux de la craie mélangées », **« mélangées à » (cases à cocher) :**

- Eaux alluviales : dans le cas d'un positionnement du point de suivi en milieu alluvial, on supposera, sauf indication contraire, les eaux suivies comme un mélange eaux de la craie - eaux alluviales.
- Eaux marines : dans le cas d'un positionnement du point de suivi sur le plâtier littoral ou pied de falaise littorale (en absence de mesures de salinité), on supposera les eaux suivies comme un mélange eaux de la craie - eaux marines.
- Eaux de surface : lorsque le mélange des eaux souterraines et des eaux de surface est avéré, et que ces dernières peuvent perturber le dosage du traceur (variations de qualité physico-chimique)
- Eaux dégradées : en cas de zone dégradée avérée, la nature de la dégradation / pollution pourra être précisée dans le champ « commentaires »
- Eaux brutes non traitées : les eaux échantillonnées n'ont pas subi de traitement et sont prises sur un robinet d'eaux brutes. En cas de chloration à la crépine avant le robinet d'eaux brutes, les eaux ne pourront pas être qualifiées d'eaux brutes (Illustration 34).
- Eaux traitées : eaux échantillonnées ayant subies des traitements avant prélèvement.
- Eaux distribuées : eaux de distribution issues d'un mélange entre deux ou plusieurs captages interconnectés. Dans ce cas, les traitements seront ceux des différents captages interconnectés, si connus (Illustration 34).

Dans le cas, des eaux traitées, **« nature du traitement » (cases à cocher) :**

- chloration à la crépine
- chloration dans le réseau de distribution
- ozonolyse
- procédés de filtration, de micro-filtration ou d'ultra-filtration (sable, charbon actif, membranes...)
- autre
- inconnue

Des détails sur la nature du traitement pourront être donnés en commentaires.

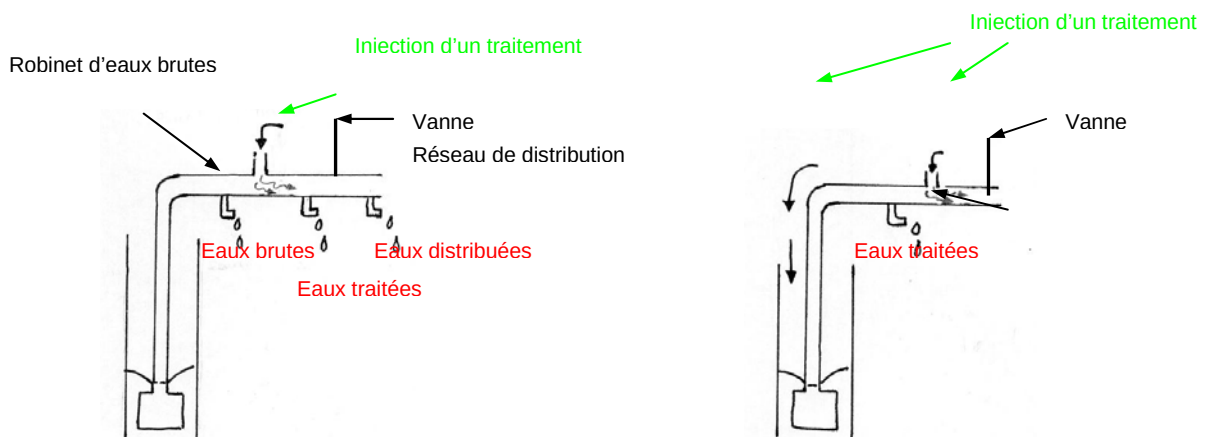


Illustration 34 : Les différents lieux d'échantillonnage de l'eau dans un pompage, influant sur la nature des eaux.

Bruit de fond naturel (valeur) et unité (lexique) : mesure réalisée avant l'injection du traceur, qui permet de quantifier la présence naturelle du traceur ou des artefacts liés à la présence de substances perturbant le signal analysé (fluorescence naturelle des algues, pollution des eaux comme la MES des rejets des stations d'épuration...). Un champ associé « unité » permet de préciser l'unité de concentration du bruit de fond naturel.

Commentaires : il permettra fréquemment de donner des précisions sur les dates de prélèvement, soit parce que l'équipement in situ est un échantillonneur, soit parce que les dates ne sont pas données précisément (ex : deux prélèvements par jour). Il pourra être indiqué également des détails sur les équipements in situ et le type d'analyse, ou sur la qualité de l'eau lors du suivi...

Onglet « Résultats »

L'onglet « Résultats » permet de renseigner les différentes informations concernant le résultat du traçage : la date de la première arrivée du traceur, la vitesse de la première arrivée du traceur, le taux de restitution, le nombre de pics dans la courbe de restitution,...

Illustration 35 : Ecran de saisie des résultats aux différents points de suivi – onglet résultat

Dates de la première restitution (champ date au format jj/mm/aaaa et hh:mm) : la date et l'heure de la première restitution seront renseignées (date et heure de la première arrivée du traceur au point de suivi).

Nombre de pics observés dans la courbe de restitution (valeur entière) : en fonction du nombre de pic saisis, autant de blocs de données s'ouvriront en bas de la page, pour renseigner les informations propres à chaque pic de restitution (vitesse et concentration au pic, nombre de pecklet, dilution unitaire, coefficient de dispersion longitudinale, etc...).

Vitesse de première restitution (valeur en m/h) : elle peut être calculée automatiquement en cliquant sur « Calculer » (calcul réalisé à partir de la date d'injection, la date de première restitution, et la distance entre le point d'injection et le point de suivi. Si les heures d'injection et de première arrivée ne sont pas connues, le calcul se basera sur les horaires suivants : 17h pour l'injection et 11h pour la première restitution).

Taux de restitution (valeur en %) : Ce paramètre n'est fourni que dans le cas des traçages quantitatifs. Plus le taux est élevé, plus il indique un lien hydrodynamique fort.

Un taux bas peut indiquer : une adsorption non négligeable dans le milieu de transfert du traceur, un milieu de transfert hétérogène ou des eaux contaminées par d'autres arrivées d'eaux latérales ou en aval du point suivi. L'obtention de cette valeur, nécessite d'avoir un débitmètre et un préleveur (ou conductivimètre) sur le point de suivi.

Commentaires : il permettra fréquemment de donner des précisions sur les modalités d'apparition du traceur, sur la courbe de restitution etc....

Gestion des documents :

Le site internet de saisie permet d'associer pour les résultats des traçages des documents, dans la limite de 5Mo par document (cf.Illustration 36). Plusieurs documents peuvent être téléversés. Les documents intéressants à téléverser sont par exemple :

- o les photos prises sur le terrain
- o la courbe de restitution
- o le rapport du traçage en pdf
- o etc...

The screenshot shows a web application interface for document management. At the top, there's a navigation bar with 'Etape 1 : Visualisation du traçage', 'Déconnexion', and user information 'Identité : testerA'. Below this, there are tabs for 'Choix et Caractéristiques', 'Conditions de suivi', 'Résultats', and 'Fiabilité des résultats'. The 'Résultats' tab is active, showing a form for 'Syndicat de Valmont, A...'. The form includes fields for 'Date de la première restitution', 'Nombre de pics dans la courbe de restitution', 'Vitesse de la première restitution observée (m/h)', '% de restitution', and 'Pics de restitution, concentration exprimée en'. A 'Calculer' button is present. A red circle highlights the 'Gestion des documents' button. A red box contains the text: 'Téléversement de documents en cliquant sur le bouton « Gestion des documents »'. At the bottom, there are buttons for 'Invalidier le traçage', 'Retour', and 'Suivant'.

Illustration 36 : Fonction de téléversement de documents

Pour chaque pic observé, on indiquera (Illustration 37) :

La date au pic (champ date au format jj/mm/aaaa et hh:mm) : si l'heure n'est pas connue, il sera indiqué automatiquement 00H00 dans la base (par défaut).

La concentration au pic (valeur) et unité (lexique) : de même, dans le cas où les concentrations seraient données en valeurs relatives. On indiquera alors en « commentaire du pic », que la valeur de concentration est relative.

Vitesse de transit au pic (valeur en m/h) : elle peut se calculer automatiquement avec la date d'injection, la date au pic, et la distance entre le point d'injection et le point de suivi (si les heures d'injection et de restitution ne sont pas connues, le calcul se basera sur les horaires suivants : 17h pour le point d'injection et 11h pour le point de suivi).

Dilution unitaire

Coefficient de dispersion longitudinale (DL)

Temps de transit moyen

Vitesse moyenne : elle peut se calculer automatiquement (distance entre le point d'injection et le point de suivi / le temps de transit moyen)

Dispersivité longitudinale (α_L) (m) : elle peut se calculer automatiquement (Coefficient de dispersion longitudinale (D_L) / « Vitesse moyenne »)

Nombre de peclét : il peut se calculer automatiquement (Vitesse moyenne x (distance entre le point d'injection et le point de suivi) / Coefficient de dispersion longitudinale (D_L))

Porosité cinématique

Commentaires du pic (texte libre) : des commentaires sur la forme du pic, des indications qualitatives sur la restitution au pic (ex : faible ou forte restitution), des informations sur la précision des dates, des concentrations ou des vitesses pourront être apportées.

N° pic	Date/heure au pic	Concentration au pic	Vitesse du transit au pic (m/h) =vitesse modale	Dilution unitaire (1/l)	Coefficient de dispersion longitudinale D_L (m ² /s)	Commentaires
1	jj/mm/yyyy hh:mm					
				Temps de transit moyen (h)	Vitesse moyenne (m/h)	
			Calcul automatique ? ☒			
			Dispersivité longitudinale α_L (m)		Nombre de Peclet	Porosité cinématique

Illustration 37: Données à renseigner pour chaque pic de restitution

Onglet : « fiabilité des résultats »

Le dernier onglet permet de renseigner la fiabilité du résultat obtenu.

Choix et Caractéristiques > Syndicat de Valm... Conditions de suivi > Syndicat de Valmont, A... Résultats > Syndicat de Valmont, Abbaye, Le ... **Fiabilité des résultats**

A la suite des travaux de Michel Lepiller, Paul-Henri Mondain et Philippe Muet¹ ont proposé deux grilles d'évaluation de la fiabilité des traçages hydrogéologiques réalisés à partir de traceurs fluorescents :

- une pour les traçages à résultat positif
- l'autre pour les traçages à résultat négatif

Une note allant de 0 à 10 par ordre de fiabilité croissante est alors attribuée à chaque traçage en fonction des techniques mises en oeuvre et du matériel de prélèvement et méthodes d'analyses utilisés.

Vous pouvez télécharger ces grilles d'évaluation : https://tracages.brgm.fr/grille_evaluation.pdf

Evaluation de la fiabilité du traçage :

Attention : cette grille d'évaluation n'est applicable qu'aux traceurs fluorescents. Par ailleurs, elle ne prend pas en compte les critères tels que la durée de suivi du traçage, la dose de traceur injectée...

Pour les incertitudes concernant ces aspects, vous pouvez indiquer vos commentaires dans le champ ci-dessous :

Commentaire :

1 « Proposition d'une grille d'évaluation des résultats des traçages en milieu karstique (au moyen de traceurs fluorescents) (Paul-Henri Mondain(1), Philippe Muet(2)) — Extrait du colloque Hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008 ; p191 »

Illustration 38 : Ecran de saisie des résultats aux différents points de suivi – onglet « Fiabilité du résultat »

2 champs sont à renseigner :

- Evaluation de la fiabilité du traçage
- Commentaire

Evaluation de la fiabilité du résultat (lexique) :

Une grille d'évaluation de la fiabilité des traçages a été réalisée en 2008 par P-H. Mondain, P. Muet et N. Jozja [6]. Cette grille d'évaluation n'est applicable qu'aux traceurs fluorescents et ne prend pas en compte les critères tels que la durée de suivi du traçage, la dose de traceur injectée...).

Cette grille est téléchargeable sur le site, dans l'onglet « fiabilité des résultats ». Un extrait est également disponible en Annexe 3 du présent rapport.

L'intérêt de cette cotation est de pouvoir évaluer, pour chaque expérience de traçage, la fiabilité du résultat par rapport au protocole de suivi et d'analyse utilisé. Cette notation permettra de mettre en évidence les résultats de traçage peu fiables pour les rééditer à nouveau en ayant recours à des méthodes de détection plus fiables.

Attention, cette grille ne prend pas en compte les paramètres tels que la durée de suivi, la dose de traceur injectée, les conditions hydrogéologiques, le volume de chasse,... Les incertitudes concernant ces aspects peuvent être renseignées dans le champ commentaires.

Commentaires (texte libre) :

Il s'agit d'un commentaire sur la fiabilité des résultats. Il y sera signalé toute anomalie, doute ou incohérence majeure sur les résultats, pour attirer la vigilance de l'utilisateur quant à la fiabilité plus ou moins forte des opérations de traçage menées. On pourra y relater les conclusions de l'auteur sur le traçage ou commenter la validité de la manipulation (ex : « relation karstique avérée », ou « les mauvaises conditions climatiques lors du traçage ne permettent pas de déclarer une absence de relations karstiques », etc),

5. Bibliographie

1. Boudet M. et 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.
2. Boudet M., Equilbey E. & Legendre D., 2003 : Phase pilote de l'inventaire régional Haute-Normandie des bétoires, traçages et exutoires. Guide utilisateur de la base. Rap. BRGM/RP-52343-FR, 130 p.
3. David P-Y. (2009) – Inventaire régional Haute-Normandie des bétoires, itinéraires souterrains des eaux (traçages) et des exutoires – Rapport final Année 1. Rap. BRGM/RP-57188-FR, 130 p., 71 ill., 3 ann.
4. David P-Y., Bechillon (De) M. (2010) – Inventaire régional Haute-Normandie des bétoires, itinéraires souterrains des eaux (traçages) et des exutoires – Rapport final Année 2. Rap. BRGM/RP-58189-FR, 130 p., 64 ill., 7 ann.
5. David P-Y. – Inventaire régional Haute-Normandie des bétoires, itinéraires souterrains des eaux (traçages) et des exutoires – Rapport final Année 3. Rap. BRGM/RP-59933-FR, 95 p., 43 ill., 5 ann.
6. Mondain P-H., Muet P, 2008 Proposition d'une grille d'évaluation des résultats des traçages en milieu karstique (au moyen de traceurs fluorescents), CFH - Colloque Hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008 p191

Annexe 1

-

Architecture de la base de données

Schéma simplifié de la base Bétoire / Traçages / Sources

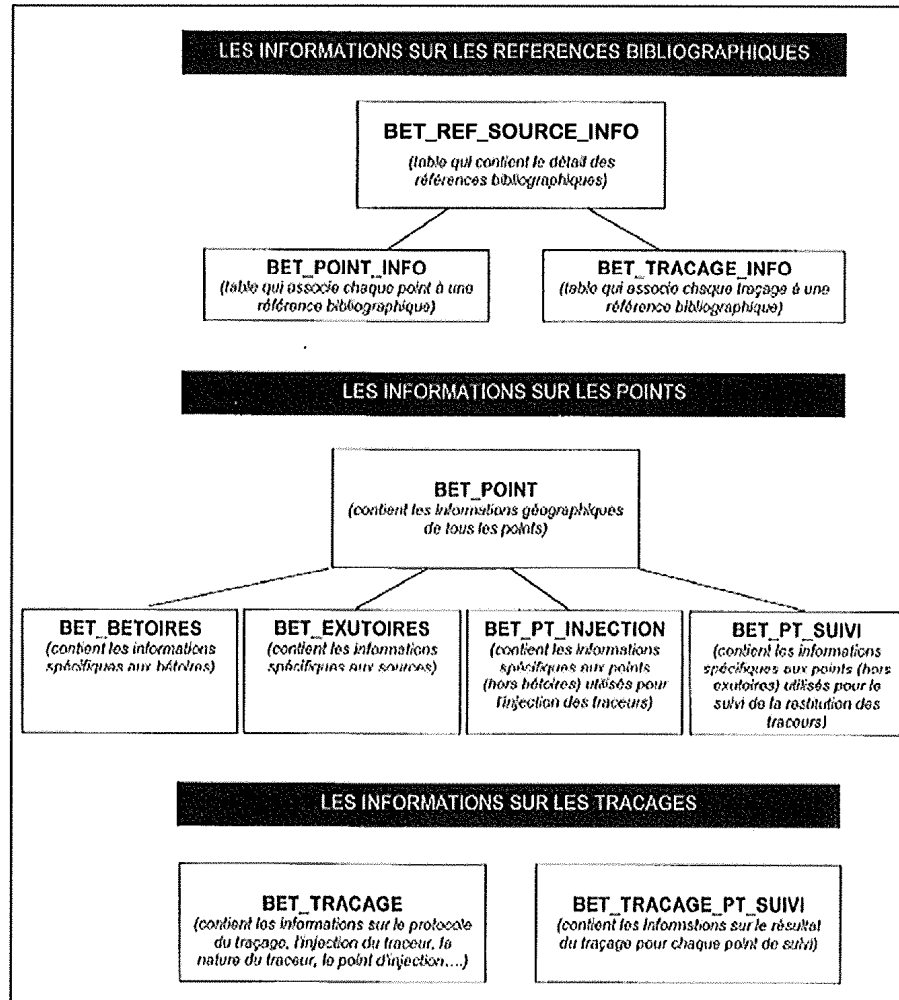
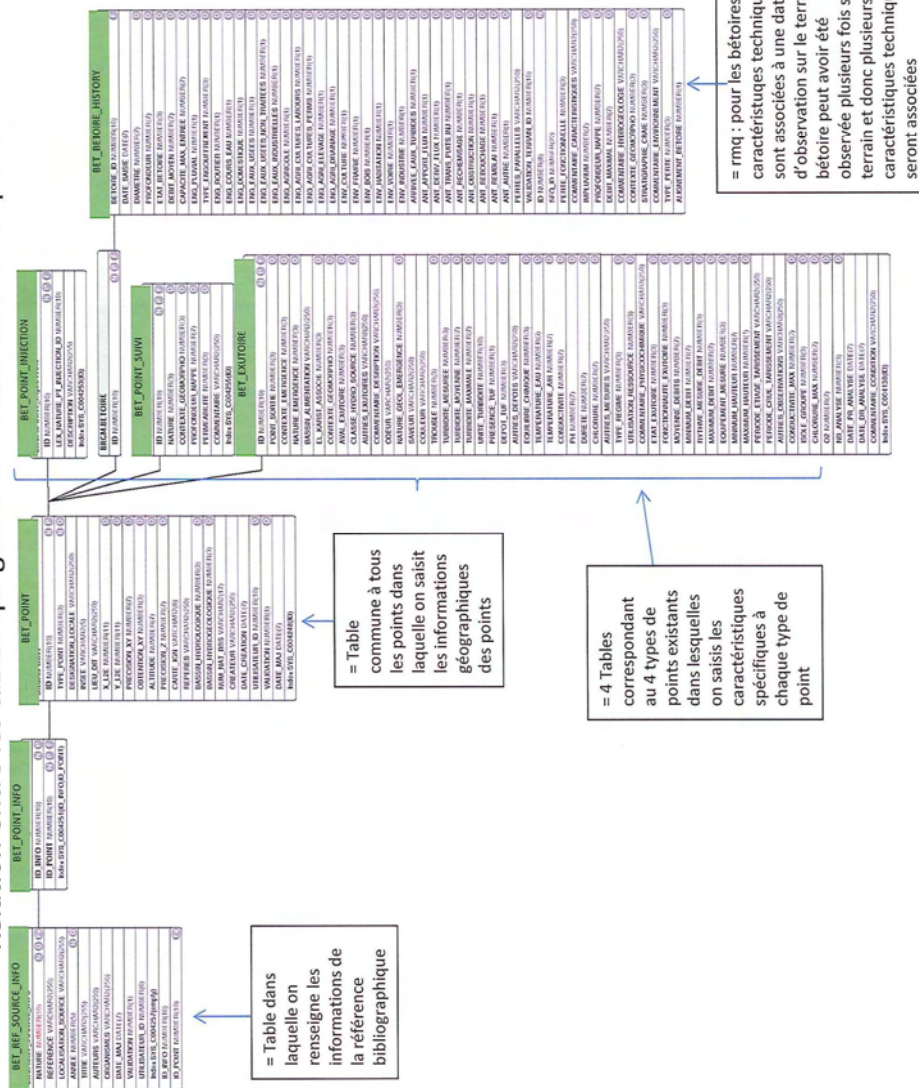
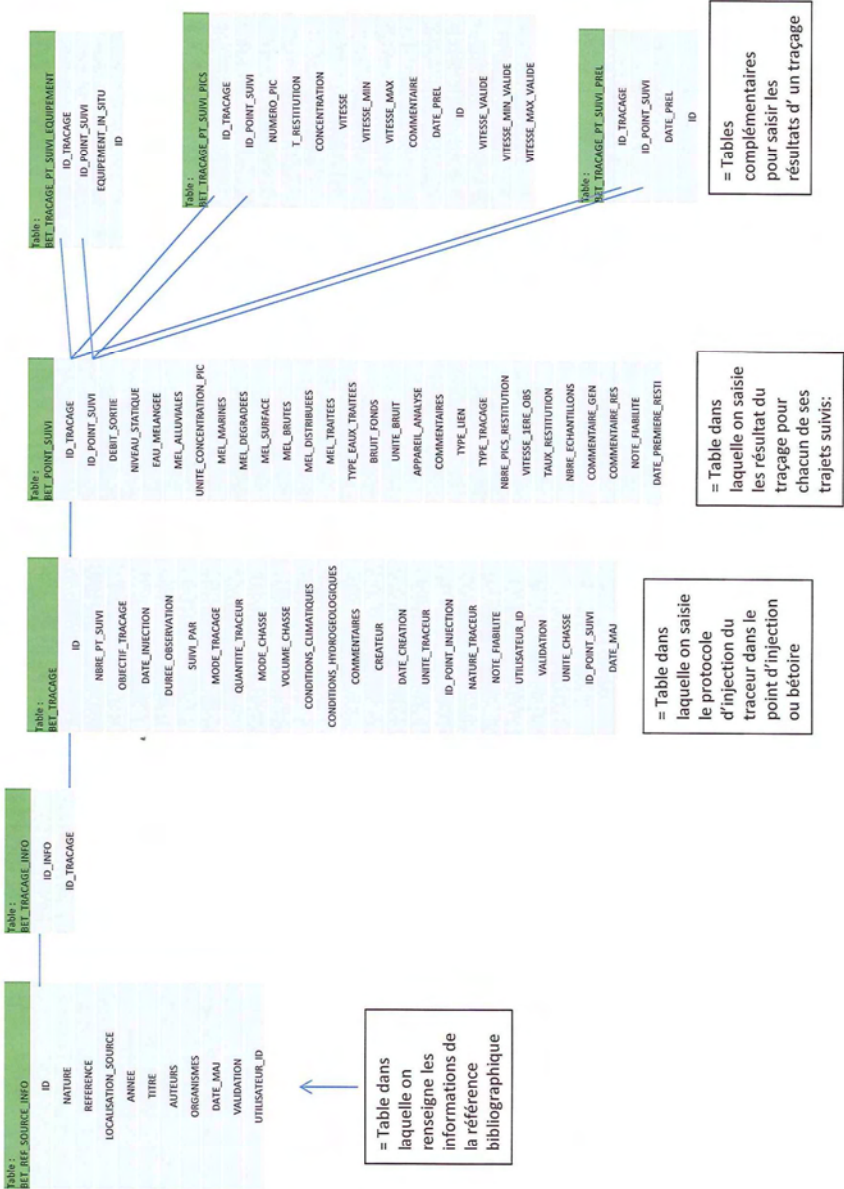


Illustration 3 : Principales tables de la base de données Bétoires / Traçages /Exutoires

Relation entre les tables qui gèrent les informations des points



Relation entre les tables qui gèrent les informations des traçages



Annexe 2

-

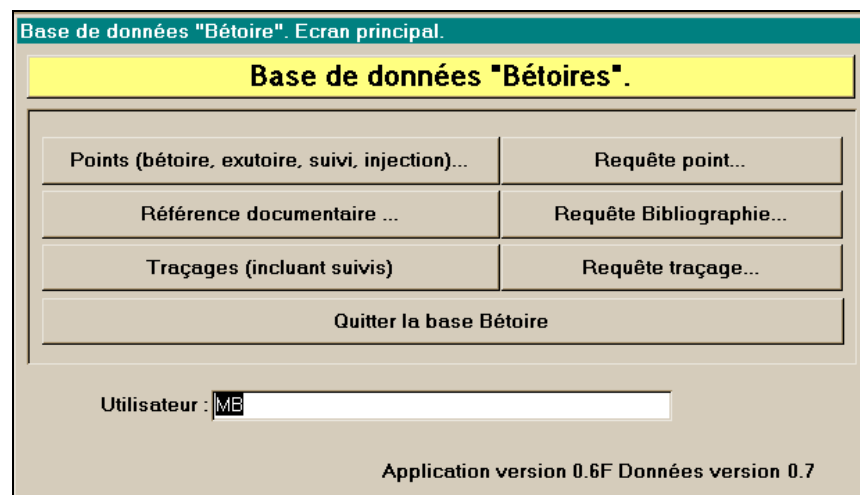
Historique de la mise en place du site internet de saisie de l'inventaire bétoire-tracage-exutoire

SITE INTERNET DE SAISIE PARTAGEE ET BASE DE DONNEES

Les principales étapes de mise en place de l'outil de bancarisation sont les suivantes :

- **2003 (phase pilote) : création d'une base de données Access :**

Au démarrage du projet l'outil de bancarisation était une base de données Access qui avait été conçue dans le cadre de la phase pilote en 2003 (Illustration 39).



The screenshot shows the main screen of the 'Base de données "Bétoires"'. It features a title bar 'Base de données "Bétoire". Ecran principal.' and a main title 'Base de données "Bétoires".' in a yellow box. Below this is a table with four buttons: 'Points (bétoire, exutoire, suivi, injection)...', 'Requête point...', 'Référence documentaire ...', and 'Requête Bibliographie...'. A third row contains 'Traçages (incluant suivis)' and 'Requête traçage...'. A fourth row contains a single button 'Quitter la base Bétoire'. At the bottom, there is a user login field 'Utilisateur : ME' and version information 'Application version 0.6F Données version 0.7'.

Illustration 39 : Outil de saisie initial (2003) : page d'accueil de l'applicatif de saisie de la base de données Betoires/Traçages/Exutoire dans son format actuel (Access)

- **2008 (année 1) : transfert vers une base de données Oracle et mise en place d'un site Internet de saisie :**

Lors de l'Année 1 du projet, les travaux de transfert de l'outil de saisie Access vers une nouvelle base de données Oracle ainsi que les travaux de création d'un site Internet de saisie ont démarré (cf. rapport BRGM/RP-57188-FR). Ce site internet de saisie (<https://tracages.brgm.fr>) a été testé jusqu'au début de l'Année 2.



Illustration 40 : Page d'accueil du site internet de saisie des données de l'Inventaire Bétoires/Traçages/Exutoires Haute-Normandie (<https://tracages.brgm.fr>)

- **2009 (année 2) : consolidation et amélioration de la base Oracle et du site de Saisie :**

En début d'année 2, une consolidation et des améliorations de la base Oracle et de l'outil de saisie par Internet ont été apportées.

Cette consolidation a porté sur les points suivants :

- Historisation COMPLETE des caractéristiques des bétoires (la version en fin d'année 1 ne comportait seulement que quelques champs historisables). Cette historisation permet de prendre en compte le caractère évolutif d'une bétoire et de ses aménagements sans perte d'information dans la base de données. Ainsi, dorénavant, toutes les caractéristiques d'une bétoire (diamètre, profondeur, état, type d'aménagement, activité de la bétoire, commentaires,...) sont associées à une date d'observation ;
- Amélioration de la facilité d'utilisation des fonctions de validation (pour les profils « valideurs ») ;
- Suppression des valeurs par défaut dans les différents champs numériques de la base et suppression du type « Alignement de bétoire » en tant que type de bétoire et ajout d'un nouveau champ « alignement de bétoires » au format oui/non ;

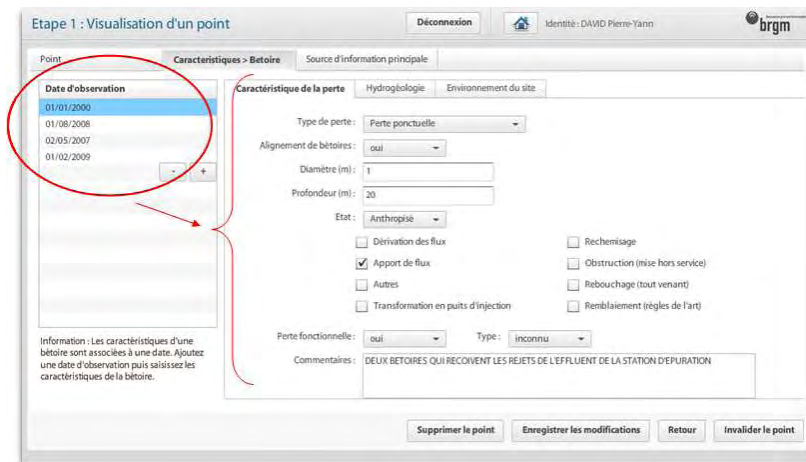


Illustration 41 : Ecran de l'appliquet Internet concernant l'historisation des caractéristiques des bétroires en fonction de la date d'observation

- **janvier 2010 (Année 2) : mise en service de la version consolidée de l'appliquet de saisie par internet et de la base Access Oracle**

Le transfert des données contenues dans la base de données Access vers la nouvelle base de données Oracle consolidée a été effectué en janvier 2010.

Ainsi, depuis janvier 2010, la base Access est abandonnée, la saisie est réalisée uniquement dans la nouvelle base Oracle via le site internet de saisie.

La nouvelle base Oracle est hébergée par les services informatiques du BRGM à Orléans.

- **2011 (Année 3) : mise en place de nouvelles fonctionnalités sur le site de saisie et ajouts de nouveaux champs à la base Oracle**

Lors de la réunion du comité pilotage du 3 décembre 2010 (réunion d'avancement de l'année 3), le COPIL a décidé d'apporter des améliorations au site internet de saisie et à la base Oracle associée.

Les principales améliorations portent sur :

- l'ajout d'une fonction de téléversement de documents (exemple : photo d'une bétroire, courbe de restitution d'un traceur) ;
- le passage aux coordonnées lambert 93 ;

- en page d'accueil :
 - o l'indication de l'adresse email pour les demandes d'identification/mot de passe ou toute autre demande (modifications de coordonnées de points,...) : SGR_HNO@brgm.fr;
 - o la mise en téléchargement des fiches papier de saisie ;
 - o lien vers le site de consultation des données (site du SIGES Seine-Normandie : <http://sigessn.brgm.fr>);
 - o lien vers le logiciel gratuit pour l'interprétation des traçages développé par le BRGM (<http://trac.brgm.fr>);
- le rajout des champs « Masse d'eau réceptrice » et « entité hydrogéologique réceptrice » associées aux bétoires, et points d'injection ;
- le rajout des champs « Masse d'eau » et « entité hydrogéologique » associées aux exutoires, et points de suivi ;
- la mise en téléchargement sur la page d'accueil d'un guide d'aide à la saisie ;
- la révision de la rubrique « aménagement bétoires » de la base afin qu'elle soit en cohérence avec l'état des lieux des aménagements de bétoires réalisé récemment (cf. rapport BRGM RP-58795-FR de novembre 2010) ;
- le rajout de nouveaux champs permettant de saisir les résultats d'une interprétation poussée d'un traçage ;
- le rajout d'une rubrique permettant de renseigner la fiabilité des résultats d'un traçage ;
- le rajout d'un champ permettant de saisir les dates/heures des prélèvements et du résultat de la concentration en traceur mesurée (données de base pour tracer une courbe de restitution) ;
- l'ajout d'une fonction d'impression d'un récapitulatif de saisie (justificatif annexable en fin de rapport d'un Bureau d'études) ;
- la mise en évidence des champs obligatoires.

Un cahier des charges a été rédigé entre janvier et mars 2011 pour détailler ces modifications. Les services informatiques du BRGM ont réalisé ce travail d'amélioration entre avril 2011 et septembre 2011. Les phases de test se sont échelonnées de septembre 2011 à mars 2012.

- **Avril 2012 (Année 4) : mise en service de la version 2 du site Internet et de la base de données Oracle**

Le basculement vers la version 2 de la base Oracle et du site internet a été effectué en avril 2012. Le basculement vers cette nouvelle version a nécessité de compléter les nouveaux champs de la base :

- Association des masses d'eau et des entités hydrogéologiques pour tous les points (bétoires, sources, points injection, points suivi) ;
- Révisions de la rubrique « aménagement bétoires » pour les 1156 enregistrements concernés ;
- Téléversement dans la base de tous les documents/photos liés aux bétoires, sources ou traçages collectés par le SGR au cours de ces 4 années

d'inventaire. Ces documents seront disponibles sur les fiches de consultation sur le SIGES ;

- Ajout des commentaires sur la fiabilité des traçages.

Annexe 3

-

Grille d'évaluation de traçage

CFH - Colloque Hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008

Proposition d'une grille d'évaluation des résultats des traçages en milieu karstique (au moyen de traceurs fluorescents)

Paul-Henri Mondain⁽¹⁾, Philippe Muet⁽²⁾

⁽¹⁾ CALLIGEE – BP 82118 – 1 rue de la Noë – 44321 Nantes cedex 3 –
ph.mondain@calligee.fr

⁽²⁾ GINGER Environnement et Infrastructures – BP 885 – 117 route de Nexon – 87016
Limoges Cedex – p.muet@gingergroupe.com

Résumé

Le traçage artificiel des eaux souterraines est une méthode rapide et pratique de reconnaissance des écoulements souterrains. Les traçages sont de plus en plus utilisés à la fois pour délimiter les aires d'alimentation de points d'eaux, captés ou non, et pour simuler des pollutions. Pour ce qui est de la simple reconnaissance des écoulements souterrains la compilation de données anciennes et, malheureusement, la valorisation de données récentes montrent que les résultats de traçages peuvent conduire à des interprétations hâtives voire à des incohérences hydrogéologiques.

C'est pour cette raison que dans les années 1990, Michel Lepiller avait commencé à réfléchir à une grille d'évaluation des résultats de traçages.

L'objet de cette note est de présenter la grille de Michel Lepiller et de reprendre la réflexion là où il l'avait laissée pour aboutir à deux grilles d'évaluation de la fiabilité des traçages : une pour les traçages à résultat positif, l'autre pour les traçages à résultat négatif. Une note allant de 0 à 10 par ordre de fiabilité croissante est alors attribuée à chaque traçage en fonction des techniques mises en œuvre pour étayer le résultat du traçage.

L'intérêt de cette cotation est de pouvoir évaluer, pour chaque expérience, la fiabilité statistique du résultat par rapport à la méthode de détection des traceurs employée. Ces grilles peuvent être utilisées a posteriori pour reprendre des interprétations hydrogéologiques et inciter ainsi l'hydrogéologue à éliminer les expériences peu fiables pour les rééditer à nouveau en ayant recours à des méthodes de détection plus fiables. Elles peuvent également servir à choisir la fiabilité d'une expérience avant de la réaliser, en connaissant les risques d'erreur que l'on prend sur les résultats positifs et négatifs.

Le principal enseignement de cet exercice est qu'il est impératif de demander les moyens de détection utilisés sur les fiches destinées à dresser un inventaire des traçages. De plus, il faut toujours donner le protocole de suivi des restitutions de traçage lorsque que l'on fait une publication.

L'important n'est pas automatiquement que le résultat soit fiable mais que l'on sache s'il ne l'est pas à 100%.

I. INTRODUCTION

I.1. Utilisation des traçages

Le traçage est une technique employée de longue date en hydrogéologie. Les premières « colorations » des eaux souterraines remontent en effet à la fin du 19^{ème} siècle. Les premiers essais relatés ont été réalisés par le Professeur Knop en 1869 pour mettre en évidence des pertes du Danube entre Immendingen et Tuttlingen en Allemagne (1). La coloration française la plus célèbre reste celle réalisée en 1931 par N. CASTERET au « Trou du Toro » qui a démontré que la Garonne prenait sa source en Espagne dans le massif de la Maladetta (2).

IV. PROPOSITION D'UNE NOUVELLE GRILLE D'EVALUATION

IV. Principe généraux d'élaboration de la grille

La cotation attribuée à un traçage doit être considérée comme un indice de fiabilité au sens statistique du terme. Une note faible donnée à un traçage ne veut pas dire que le résultat est faux, mais plutôt dire que statistiquement pour un échantillon de traçages réalisé dans des conditions similaires seul un certain pourcentage des expériences fournit une information correcte telle qu'elle aurait pu être vérifiée avec la méthode de détection la plus fiable.

L'objet n'est pas de rejeter en bloc les expériences de traçages réalisées avec peu de moyens mais plutôt de leur donner un indice de fiabilité statistique compte-tenu des moyens de détection employés.

La cotation proposée varie de 0 à 10 :

- Zéro veut dire que l'information fournie par 100% des expériences réalisées dans ces conditions n'apportent aucune information fiable sur le transit souterrain,
- Dix veut dire que la totalité (100%) des traçages réalisés avec cette méthode de détection apporte une information fiable sur les écoulements souterrains.

CFH - Colloque Hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008

Grille d'évaluation des traçages positifs

Degré	Critères
10	- Fluorimètre de terrain et/ou échantillons avec analyses spectro fluorimétriques en Laboratoire montrant une restitution structurée du traceur prouvée par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission.
9	- Observation visuelle par plusieurs observateurs et à plusieurs reprises d'une coloration intense au point de restitution - Echantillons avec analyses spectro fluorimétriques en Laboratoire montrant une restitution structurée du traceur non prouvée par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission. - Fluorimètre de terrain montrant une restitution structurée du traceur avec une seule analyse spectro fluorimétriques en Laboratoire avec réalisation d'un spectre d'excitation et d'émission.
8	- Observation visuelle d'une coloration intense au point de restitution par un observateur et à plusieurs reprises ou par plusieurs observateurs une seule fois. - Restitution structurée obtenue par un fluorimètre de terrain complété par plusieurs analyses en Laboratoire non prouvées par des spectres ou par un nombre suffisant d'éluts de fluocapteurs colorés avec analyse en laboratoire et spectres
7	- Observation visuelle une seule fois d'une coloration intense au point de restitution par un seul observateur. - Restitution structurée obtenue par un nombre suffisant d'éluts de fluocapteurs non colorés avec analyse en Laboratoire et prouvée par spectres
6	- Observation visuelle à plusieurs reprises par plusieurs observateurs d'une coloration faible mais présentant une variation structurée.
5	- Observation visuelle à plusieurs reprises par un seul observateur d'une coloration faible mais présentant une variation structurée - Restitution structurée obtenue par un fluorimètre de terrain sans analyses en Laboratoire ou par un nombre suffisant d'éluts de fluocapteurs colorés avec analyse en laboratoire et non prouvée par spectres
4	- Observation Visuelle à plusieurs reprises par plusieurs observateurs d'une coloration faible ne présentant pas de variations structurées - Restitution structurée obtenue par un nombre suffisant d'éluts de fluocapteurs non colorés avec analyse en Laboratoire et non prouvée par spectres
3	- Observation visuelle à plusieurs reprises par un seul observateur d'une coloration faible ne présentant pas de variations structurées. - Restitution non structurée obtenue sur un ou plusieurs éluts de fluocapteurs avec analyses en Laboratoire et prouvée par spectres - Variation structurée de la coloration de plusieurs éluts de fluocapteurs sans analyses en Laboratoire - Restitution non structurée obtenue à l'aide d'un fluorimètre de terrain et/ou d'analyses d'échantillons en Laboratoire et prouvée par spectres
2	- Observation visuelle à une seule reprise par plusieurs observateurs d'une coloration faible - Restitution non structurée observée à l'aide d'analyses d'échantillons en Laboratoire non prouvée par spectres sur éluts de fluocapteurs - Restitution non structurée obtenue à l'aide d'un fluorimètre de terrain et/ou d'analyses d'échantillons en Laboratoire et non prouvée par spectres
1	- Observation visuelle à une seule reprise par un seul observateur d'une coloration faible - Restitution non structurée observée visuellement sur des éluts de fluocapteurs colorés. - Restitution non structurée obtenue sur des éluts de fluocapteurs non colorés par analyse en Laboratoire non prouvée par spectres - Restitution non structurée obtenue à l'aide d'un fluorimètre de terrain sans contrôle par analyse en Laboratoire
0	- Aucune information concernant les modalités de réalisation du traçage.

Tableau 2 : Grille d'évaluation de la fiabilité des résultats de traçages – résultats positifs

CFH - Colloque Hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008

Grille d'évaluation des traçages négatifs

Degré	Critères
10	- un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimétriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission
9	- Fluorimètre de terrain et échantillons avec analyses spectro fluorimétriques en laboratoire montrant une absence de restitution du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission.
8	- un nombre suffisant d'échantillons avec analyses spectro fluorimétriques en laboratoire présentant quelques valeurs positives non structurées du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission
7	- Fluorimètre de terrain et échantillons avec analyses spectro fluorimétriques en laboratoire présentant quelques valeurs positives non structurées du traceur prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission.
6	- Fluorimètre de terrain avec une analyses spectro fluorimétriques en laboratoire prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission.
5	- Résultat négatifs en laboratoire prouvée par spectres sur un nombre suffisant d'éluats de fluocapteurs colorés ou non, - Résultat négatifs obtenu avec un fluorimètre de terrain sans contrôle par analyse en laboratoire
4	- Eluats de fluocapteurs présentant après analyse en laboratoire sans spectres quelques valeurs positives non structurées du traceur ou pas de valeurs positives.
3	- plusieurs éluats de fluocapteurs présentant après analyse en laboratoire quelques valeurs positives non structurées du traceur prouvée par la réalisation de spectres.
2	- plusieurs éluats de fluocapteurs non colorés présentant après analyse en laboratoire quelques valeurs positives non structurées du traceur sans réalisation de spectres
1	- un seul éluat de fluocapteur coloré ou non, négatif après analyse en laboratoire avec spectres. - plusieurs éluats de fluocapteurs non colorés sans analyse de contrôle en laboratoire - un seul éluat de fluocapteur coloré ou non, négatif après analyse en laboratoire sans spectres.
0	- Absence de coloration visuelle constatée à une ou plusieurs reprises par un ou plusieurs observateurs - un seul éluat de fluocapteur non coloré sans analyse de contrôle en laboratoire, - un seul échantillon avec une analyse spectro fluorimétrique en laboratoire prouvée ou non par la réalisation de spectres d'excitation et d'émission - Aucune information concernant les modalités de réalisation du traçage

Tableau 3 : Grille d'évaluation de la fiabilité des résultats de traçages – résultats négatifs

CFH - Colloque Hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008

V. COMMENTAIRES

Comme dans la grille de Michel Lepiller, les résultats obtenus à l'aide de fluocapteurs obtiennent des notes faibles sauf dans le cas où il y a un grand nombre d'éluats de fluocapteurs analysés par spectrofluorimétrie. On peut d'ailleurs remarquer que dans ce cas, si l'on doit relever de nombreux fluocapteurs, il vaut mieux réaliser des prélèvements et les analyser par spectrofluorimétrie, la fiabilité sera bien meilleure.

On peut également remarquer que pour les traçages réputés négatifs, la note obtenue par les fluocapteurs ne peut pas dépasser 5. En effet, on ne peut jamais savoir si le charbon actif n'a pas été saturé par d'autres molécules que celles du traceur.

Dans cette grille nous attirons également l'attention sur la modeste fiabilité des résultats de traçages positifs ou négatifs obtenus par les seules données issues d'un fluorimètre enregistreur de terrain. En effet, il existe dans la nature des molécules qui émettent des intensités lumineuses parfois importantes à la longueur d'onde d'excitation du traceur. C'est en particulier le cas en période de crue (fig n°3) et pour certains traceurs fluorescents. Dans ces conditions, si le signal n'est pas très fort, il y a obligation de réaliser des analyses en laboratoire avec vérification de la nature du traceur à l'aide spectres d'excitation et d'émission pour obtenir une note maximale.

L'observation visuelle reste une méthode fiable pour les résultats positifs à condition de réaliser plusieurs observations et de pouvoir décrire une variation de couleur (9). Toutefois, cette méthode n'est pas fiable pour les résultats négatifs puisque le traceur peut passer à des concentrations inférieures au seuil de détection visuel. Comme pour les fluocapteurs, si l'on doit observer régulièrement des exutoires le mieux est de faire des prélèvements et de les analyser en laboratoire avec vérification de la présence du traceur par réalisation de spectres.

Dans ces grilles, nous n'avons pas tenu compte de tous les cas où il peut y avoir cumul des méthodes de détection. Toutefois, il nous semble que la seule méthode fiable dans tous les cas pour les traçages positifs et négatifs est de réaliser des analyses avec réalisation de spectres sur un nombre suffisant d'échantillons

Nous avons choisi volontairement de ne pas retenir comme critère de fiabilité, le bilan de restitution du traceur car d'une part tous les exutoires ne se prêtent pas à des mesures de débit, et d'autre part, lorsque c'est possible, leur débit n'est que très rarement mesuré à l'occasion du traçage. Nous recommandons toutefois vivement de mesurer le débit des sources surveillées lors d'un traçage.

VI. CONCLUSIONS

Ces grilles sont des propositions qui peuvent bien évidemment être adaptées et améliorées. Elles devront automatiquement l'être avec l'évolution probable des méthodes et techniques de détection.

Le principal enseignement de l'exercice est qu'il est absolument nécessaire de donner les conditions exactes de suivi de restitution d'un traçage pour que l'on puisse lui appliquer une cotation de fiabilité. En fait, peu importe la méthode utilisée, à partir du moment où l'on peut retrouver les conditions de réalisation qui permettent d'en connaître la fiabilité. Cette remarque n'est valable que pour les traçages à venir. Pour ces mêmes traçages on peut également utiliser ces grilles à l'envers et choisir la fiabilité du traçage que l'on veut réaliser.

CFH - Colloque Hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008

De la même façon ces grilles peuvent être utilisées par un maître d'ouvrage pour comparer la fiabilité d'opérations de traçages proposées par différents bureaux d'études.

En revanche pour les traçages anciens, l'exercice sera souvent plus délicat car les formulaires disponibles dans les inventaires ont beaucoup de champs pour décrire les résultats du traçage (point d'injection, de restitution, temps...) et le plus souvent très peu, voire aucun, champ permettant de décrire les conditions de suivi des restitutions qui ont abouti à attribuer un résultat positif ou négatif.

Références bibliographiques

- (1) Kass W., 1998 – Tracing Technique in Géohydrology. *Taylor & Francis*. 585 p.
- (2) Casteret N., 1961 - Ma vie souterraine. Mémoires d'un spéléologue. *Ed. Flammarion* : 151-156.
- (3) Fournier M., 1919 – Gouffres, grottes, cours d'eau souterrains, résurgences etc..., du département du Doubs. Essai statistique. *Imp. Jacques et Demontrond, Besançon*. 303 p.
- (4) Lepiller M., 2001 - Traçages appliqués à la dynamique des aquifères : possibilités et limites. *Géologues*, 129 : 79-84.
- (5) Mangin A., 1974 – La notion de système karstique. *Spélunca Mém.*, 8 : 65-68.
- (6) Mangin A., 1975 – Contribution à l'hydrodynamique des aquifères karstiques. Thèse Doctorat, in *Ann. Spéol.*, 29,3 : 283-332 ; 29,4 : 495-601 ; 30,1 : 21-124.
- (7) Mangin A., 1976 – Les systèmes karstiques et leur méthodologie d'investigation. Actes 2nd Coll. Hydrol. Pays Calcaire, in *Ann. Sc. Univ. Besançon*, 25 : 263-273.
- (8) Bakalowicz M., Mangin A., 1980 – L'aquifère Karstique. Sa définition, ses caractéristiques et son identification. *Mém. h. sér. Soc. géol. France*, 11 : 71-79.
- (9) Lepiller M., Mondain P.-H., 1986 – Les traçages artificiels en hydrogéologie karstique. Mise en œuvre et interprétation. *Hydrogéologie*, 1 : 33-52.
- (10) Guizerix J., Margarita R., 1976 – Méthodologie d'étude par traceur des transferts de masse. *La Houille Blanche*, 3/4 : 205-221.
- (11) Molinari J., 1976 – Perspectives offertes par l'utilisation rationnelle des traceurs naturels et artificiels en hydrologie karstique. Commentaires de nombreux exemples récents de multitraçages. Actes 2nd Coll. Hydrol. Pays Calcaire, in *Ann. Sc. Univ. Besançon*, 25 : 275-306.
- (12) Mangin A., Molinari J., Paloc H., 1976 – Les traceurs en hydrogéologie karstique. Leur apport à la connaissance des réservoirs aquifères calcaires. *La Houille Blanche*, 3/4 : 261-267.
- (13) Société Suisse d'Hydrogéologie, Groupe de travail Traçage, 2002 – Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie. Guide pratique. Rapport de l'OFEF, Série Géologie, 3 : 78 p.
- (14) Lallemand A. et Paloc H., 1964 – Possibilités offertes par la méthode de détection au charbon actif pour les expériences de coloration à la fluorescéine – *Spélunca mém.* 4 : 27-40
- (15) Jozja N., 2008 – Importance de la composante analytique dans la fiabilité de l'interprétation d'un traçage. Hydrogéologie et Karst aux travers des travaux de Michel Lepiller, *Journées techniques de CFH-AIH, Orléans, 16-17 mai 2008*.
- (16) Inventaire des traçages du département du Jura – Région de Saint Claude – in Site internet de la DIREN Franche-Comté
(http://www1.franchecomte.ecologie.gouv.fr/infos_geo/fiches_cartes/EauxSou/TRA39478.PDF)
- (17) Gombert P., 2007 – Proposition of tracing test protocol in karstic chalk - European Journal of Water Quality – Tome 38 – Fasc. 1-2007 – page 61- 78

CFH - Colloque Hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008

Annexes :

Mode de suivi : visuel						
Coloration	Observateur	Nb observations	int. Color.	variations	Positif	Négatif
Non	→	→	→	→	☒	0
Oui	un	une	forte	→	7	☒
			✓ faible	→	1	☒
		plusieurs	forte	→	8	☒
			faible	oui	5	☒
	plusieurs	une	faible	non	3	☒
				→	8	☒
		plusieurs	forte	→	2	☒
				→	9	☒
		plusieurs	faible	oui	6	☒
				non	4	☒

Mode de suivi : Fluocapteur						
Eluat coloré	Nombre	Fluorimétrie	spectres	Restitution	Positif	Négatif
Non	un	non	→	→	☒	0
		oui	non	→	2	1
			oui	→	3	2
	plusieurs	non	→	→	☒	1
		oui	non	aucune	☒	3
				pas structurée	1	2
				structurée	4	☒
		oui	oui	aucune	☒	5
				pas structurée	2	4
				structurée	7	☒
				→	1	☒
Oui	un	non	→	→	1	☒
		oui	non	→	2	1
			oui	→	3	2
	plusieurs	non	→	pas structurée	1	5
			→	structurée	3	☒
		oui	non	aucune	☒	3
				pas structurée	2	3
				structurée	5	☒
		oui	oui	aucune	☒	5
				pas structurée	3	4
				structurée	8	5
				→	☒	☒

CFH - Colloque Hydrogéologie et karst au travers des travaux de Michel Lepiller 17 mai 2008

Mode de suivi : Echantillons puis analyses au labo (spectrofluorimétrie)						
Intensité à la longueur d'onde	Nombre	spectres	Restitution	-	Positif	Négatif
non	un	→	→	→	☒	0
	plusieurs	→	→	→	☒	10
oui	un	non	→	→	2	0
		oui	→	→	3	0
	plusieurs	non	pas structurée	→	2	9
			structurée	→	9	☒
		oui	aucune	→	☒	10
			pas structurée	→	3	10
			structurée	→	10	☒

Mode de suivi : Fluorimètre enregistreur de terrain						
Intensité à la longueur d'onde	Nombre dosages spectrofluorimétriques	spectres	Restitution	-	Positif	Négatif
non	→	→	→	→	☒	5
oui	aucun	→	pas structurée	→	1	☒
			structurée	→	5	☒
	un	non	pas structurée	→	2	☒
			structurée	→	6	☒
		oui	pas structurée	→	3	6
			structurée	→	9	6
	plusieurs	non	pas structurée	→	2	9
			structurée	→	8	☒
		oui	aucune	→	☒	10
			pas structurée	→	4	10
			structurée	→	10	☒

Annexe 4

-

Fiches papier de saisie des bétoires, Sources, Points d'injection, Points de suivi et des Traçages

FICHE BETOIRE

N° identifiant (n° donné par la base) :

N° BSS :

I – IDENTIFICATION		
Commune :	Numéro INSEE :	Département :
Coordonnées géographiques (en m) : X : Y : Précision : +/-m		
Projection (Lambert II étendu, Lambert 93,....) :		
Mode d'obtention (GPS terrain, lecture carte 1/25 000,....) :		
Altitude :m	Précision : +/- m	
Désignation locale courante (nom d'usage courant de la bétoire) :		
Lieu dit :	Points de repère (ex. intersection de routes,...) :	
Carte IGN n° :	Nom :	
Bassin versant hydrographique :	Bassin versant hydrogéologique :	
Masse d'eau réceptrice :	Entité hydrogéologique réceptrice :	

II – DESCRIPTION		
CARACTERISTIQUES DE LA PERTE		
Date d'observation sur le terrain :		
Type de bétoire :	☐ perte ponctuelle (orifice de faible Ø et prof.) ☐ doline-bétoire (doline avec orifices) ☐ zone d'infiltration diffuse (zone d'engouffrement rapide sans orifice) ☐ indice de bétoire (dépression/doline sans orifice, doute marnière/bétoire,...)	
En alignement avec d'autres bétoires : ☐ oui ☐ non ☐ inconnu		
Diamètre : m	Profondeur : m	
Bétoire anthropisée : ☐ oui ☐ non ☐ indéterminé		
Si oui :		
Aménagement règle de l'art ☐ colmatage étanche (argiles compactées,...) ☐ comblement par massif filtrant calibré ☐ comblement par massif autobloquant (blocage de la suffusion sans filtration) ☐ dérivation totale des flux (merlon, note) ☐ dérivation partielle des flux (merlon avec débit de fuite) ☐ transformation en puits d'injection contrôlée (bassin décantation amont et tubage de la bétoire)	Aménagement artisanal ☐ Comblement tout venant (matériaux inertes) ☐ bétoire utilisée en décharge sauvage ☐ rejet d'effluent (eaux pluviales, usées, de stabulation, de drainage,...) ☐ transformation en puisard ☐ autres	Aménagement de versant (amont) ☐ Hydraulique douce ☐ Hydraulique de rétention
Engouffrement fonctionnel : ☐ oui ☐ non ☐ inconnu		
Si engouffrement fonctionnel : ☐ pérenne ☐ actif ☐ peu actif ☐ inconnu		
Commentaires :		
HYDROGEOLOGIE		
Impluvium (km ²) :		Profondeur de la nappe (m) :
Débit d'engouffrement (l/s) moyen : maximal :		Capacité maximale d'entrée (l/s) :
Nature des eaux d'engouffrement : ☐ pluvial ☐ cours d'eau		
☐ effluents industriels ☐ effluent d'assainissement ☐ eaux usées non traitées ☐ routier ☐ domestique ☐ agricole :		
☐ culture de labours ☐ culture permanente ☐ élevage ☐ drainage		
☐ eaux d'engouffrement turbides (cocher si observées sur le terrain)		
Commentaires :		
ENVIRONNEMENT DU SITE		
Contexte géomorphologique : ☐ plateau ☐ thalweg ☐ amorce de versant ☐ versant ☐ fond de vallée sèche ☐ fond de vallée humide		
☐ lit de rivière		
Environnement immédiat : ☐ culture ☐ prairie ☐ bois ☐ habitation ☐ voirie ☐ industrie		
Stratigraphie de la craie :		
Autres pertes fonctionnant en parallèle :		
Commentaires :		

III – SOURCE D'INFORMATION
Numéro identifiant :
Nature de la source d'information (rapport, visite terrain sans rapport,...) :
Référence du rapport :
Lieu d'archivage du rapport :
Année du rapport :
Titre :
Auteurs :
Organisme :

FICHE EXUTOIRE

N° identifiant (n° donné par la base) :

N° BSS :

I – IDENTIFICATION

Commune : Numéro INSEE : Département :

Coordonnées géographiques (en m) : X : Y : Précision : +/-m

Projection (Lambert II étendu, Lambert 93, ...) :

Mode d'obtention (GPS terrain, lecture carte 1/25 000, ...) :

Altitude :m Précision : +/- m

Désignation locale courante (nom d'usage courant de la bétoire) :

Lieu dit : Points de repère (ex. intersection de routes, ...) :

Carte IGN n° : Nom :

Bassin versant hydrographique : Bassin versant hydrogéologique :

Masse d'eau : Entité hydrogéologique :

II – CARACTERISTIQUES

DESCRIPTION

Exutoire isolé / Groupe d'exutoires : ☐ isolé ☐ groupé (lorsque les points de sortie sont proches (<10m max) ou plus ou moins diffus ou masqués)
☐ inconnu

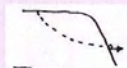
Point de sortie de l'exutoire: ☐ localisé ☐ diffus ☐ masqué ☐ ?

Contexte immédiat de l'émergence :

- ☐ ponctuelle (sans éléments structuraux guides)
☐ sur discontinuité géologique (banc à banc, niveau de silex)
☐ sur fissure(s), sur faille(s) ou sur diaclase(s)
☐ invisible sous terrains affleurants (le point de sortie est masqué par une faible épaisseur de terrains superficiels)
☐ occulte (le point de sortie est souterrain. ex : sortie d'eau sous alluvions, effluence sous-marine, drain, ...)
☐ autre
☐ ?

Nature de l'exutoire :

☐ source de terrains poreux



Si les écoulements n'ont pas emprunté de réseaux collecteurs fissuraux ou karstiques

☐ source de terrains fissurés



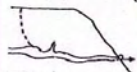
Si une partie des écoulements collectés provient d'un réseau de fissures (si traçage positif et faible vitesse)

☐ source de karst



Les écoulements sont issus d'un réseau collecteur karstique

☐ source mixte (poreux – fissural / karstique)



Les eaux souterraines ont traversé à la fois un milieu fissural / karstique. Ces sources se caractérisant souvent par de fortes variabilités de vitesse et de débit

☐ point d'effluence



Écoulement souterrain d'un système aquifère dans un autre

☐ source de nature inconnue

Elément de karst associé : ☐ grotte ☐ rivière souterraine pénétrable ☐ rivière souterraine non pénétrable ☐ cavité noyée non pénétrable
☐ source siphonante (résurgence d'une rivière souterraine par l'intermédiaire d'un siphon, qui en régularise le débit)

Commentaires sur le bassin d'alimentation :

Contexte géomorphologique : ☐ plateau ☐ thalweg ☐ amorce de versant ☐ versant ☐ fond de vallée humide ☐ lit de rivière ☐ fond de vallée sèche ☐ pied de falaise ☐ flanc de falaise ☐ platier littoral (visible à marée basse) ☐ sous-marin (non visible à marée basse) ☐ autre

Nature de la géologie au droit de l'affleurement (carte géologique) :

Situation aval des eaux d'exutoire : ☐ se jette dans une vasque ☐ se jette dans un marais ☐ donne naissance ou alimente un cours d'eau
☐ ruisselle avant de s'infiltrer à nouveau ☐ se jette en mer ☐ se jette dans les alluvions ☐ alimente par effluence la nappe des sables verts ☐ ressort en mer ☐ autre ☐ inconnue

Classe de source : ☐ source d'émergence ☐ source de déversement ☐ source de débordement ☐ source de trop-plein ☐ source jaillissante			
Autres exutoires en liaison :			
Commentaires :			
CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES			
Nombre d'analyses disponibles : Date de liere analyse : Date de la dernière analyse :			
Odeur :		Saveur : Couleur :	
T° moy de l'eau :		Dureté : pH : O2 :	
Conductivité moy :		Conductivité max : Chlorure :	
Equilibre chimique de l'eau : ☐ agressive ☐ équilibrée ☐ incrustante ☐ ?			
Apparition provisoire de trouble : ☐ à fort débit ☐ après fortes pluie ☐ après pluie modérée ☐ ne se trouble jamais			
Turbidité mesurée : ☐ valeur ponctuelle ☐ mesure régulière ☐ en continu ☐ aucune mesure connue			
⇒ moyenne (NTU) :			
⇒ maximale (NTU) :			
Autres mesures :			
☐ Présence de tufs ou travertins : ☐ actuels ☐ fossiles ☐ âge indifférencié			
Autres dépôts (flore, faune, pollution...) :			
Commentaires :			
REGIME HYDROLOGIQUE			
Utilisation de la ressource : ☐ non captée ☐ irrigation agricole ☐ AEI (industriel) ☐ agro-alimentaire ☐ ?			
☐ AEP ☐ alimentation animale ☐ usage domestique ☐ alimentation d'une fontaine			
Etat : ☐ naturel ☐ remblayé-obstrué ☐ aménagé (à cocher pour un AEP) ☐ ?			
Fonctionnalité de l'exutoire :			
☐ ne tarit jamais			
☐ tarit exceptionnellement			
☐ tarit saisonnièrement (eau > 6 mois)			
☐ coule saisonnièrement (eau < 6 mois)			
☐ intermittent			
☐ coule exceptionnellement			
Type de régime : ☐ régulier ☐ irrégulier ☐ intermittent ☐ ?			
Rythme de mesures de débit : ☐ continu ☐ contrôle régulier ☐ contrôle irrégulier ☐ mesures ponctuelles ☐ pas de mesures			
Equipement de mesure : ☐ échelle de niveau ☐ limnigraphe ☐ jaugeage au moulinet ☐ jaugeage sur seuil ☐ estimation visuelle			
Station de jaugeage fixe : ☐ oui ☐ non :			
Si chronique de débit :		Débits moyen : minimum : maximum :	
Hauteur :		minimum : maximum :	
Si mesure ponctuelle :		Date de la mesure : Débit mesuré :	
Période de mesure (étiage, crue...) :			
Commentaires :			

III – SOURCE D'INFORMATION

Nature de la source d'information (rapport, visite terrain sans rapport,...) :

Référence du rapport :

Lieu d'archivage du rapport :

Année du rapport :

Titre :

Auteurs :

Organisme :

FICHE POINT DE SUIVI ANTHROPIQUE

(point, autre qu'une source, utilisé pour le suivi de la restitution d'un traceur)

N° identifiant (n° donné par la base) :

N° BSS :

I – IDENTIFICATION

Commune : Numéro INSEE : Département :

Coordonnées géographiques (en m) : X : Y : Précision : +/-m

Projection (Lambert II étendu, Lambert 93,...) :

Mode d'obtention (GPS terrain, lecture carte 1/25 000,...) :

Altitude :m Précision : +/- m

Désignation locale courante (nom d'usage courant de la bétoire) :

Lieu dit : Points de repère (ex. intersection de routes,...) :

Carte IGN n° : Nom :

Bassin versant hydrographique : Bassin versant hydrogéologique :

Masse d'eau : Entité hydrogéologique :

II – CARACTERISTIQUES

Nature du point de suivi : ☐ forage, puits avec pompe
☐ forage, puits sans pompe
☐ point d'eau de surface (étang, mare, fossé)
☐ rivière
☐ autres – préciser :

Contexte géomorphologique : ☐ plateau ☐ thalweg ☐ amorce de versant ☐ flanc de versant ☐ fond de vallée, hors rivière ☐ fond de vallée, en rivière ☐ pied de falaise ☐ flanc de falaise

Profondeur moyenne de la nappe : m

Perméabilité de l'environnement : ☐ faible (10-6 m/s)
☐ moyenne (zone conductive de la craie 10-3 à 10-5 m/s)
☐ forte (karst et alluvion : $\geq 10^{-3}$ m/s)

Commentaires :

III – SOURCE D'INFORMATION

Nature de la source d'information (rapport, visite terrain sans rapport,...) :

Référence du rapport :

Lieu d'archivage du rapport :

Année du rapport :

Titre :

Auteurs :

Organisme :

FICHE
POINT D'INJECTION ANTHROPIQUE
 (point, autre qu'une bétoire, utilisé pour l'injection d'un traceur)

N° identifiant (n° donné par la base) :

N° BSS :

I – IDENTIFICATION		
Commune :	Numéro INSEE :	Département :
Coordonnées géographiques (en m) : X : Y : Précision : +/-m		
Projection (Lambert II étendu, Lambert 93,...) :		
Mode d'obtention (GPS terrain, lecture carte 1/25 000,...) :		
Altitude :m	Précision : +/- m	
Désignation locale courante (nom d'usage courant de la bétoire) :		
Lieu dit :	Points de repère (ex. intersection de routes,...) :	
Carte IGN n° :	Nom :	
Bassin versant hydrographique :	Bassin versant hydrogéologique :	
Masse d'eau réceptrice :	Entité hydrogéologique réceptrice :	

II – CARACTERISTIQUES
Type de point : ☐ plan d'eau ☐ cours d'eau ☐ puits/forage/piézomètre ☐ puits filtrant, puisard (ouvrage n'atteignant pas la nappe) ☐ sondage pelle mécanique, fosse ☐ fossé, talweg ☐ marnière ☐ autres ☐ inconnu Commentaires :

III – SOURCE D'INFORMATION
Nature de la source d'information (rapport, visite terrain sans rapport,...) : Référence du rapport : Lieu d'archivage du rapport : Année du rapport : Titre : Auteurs : Organisme :

FICHE TRACAGE

N° identifiant (n° donné par la base) :

I – IDENTIFICATION DU TRACAGE

Point d'injection :

Nature du point : ☐ bétoire ☐ point d'injection anthropique

N° Identifiant du point d'injection :

N° BSS du point d'injection :

Commune :

Nombre de points de suivi :

Objectif du traçage :

Remarques générales :

II – CONDITIONS DE REALISATION (protocole d'injection)

Date et heure d'injection :

Nature du traceur utilisé :

☐ Si traçage continu :

- Concentration moyenne injectée :

- Unité de concentration : ☐ µg/l ☐ mol/l ☐ mg/L
☐ Nombre de particule/L
☐ Bq/L ☐ densité ☐ mS/L

- Durée d'injection :

- Débit d'injection :

☐ Si traçage non continu

- Quantité injectée :

- Unité de quantité : ☐ kg ☐ mCie ☐ Nombre d'individus
☐ Nombre de particule ☐ um

Volume de chasse : m3 ou l/s

Durée de la chasse :

Chasse par écoulement naturel ☐ oui ☐ nonConditions climatiques : ☐ période sèche ☐ période pluvieuseCondition hydrogéologiques : ☐ hautes eaux ☐ moy eaux ☐ basses eaux

Durée d'observation après injection :j

Personnes ou organismes ayant suivi le traçage :

Commentaires :

III – SOURCE D'INFORMATION

Nature de la source d'information (rapport, visite terrain sans rapport,...) :

Référence du rapport :

Lieu d'archivage du rapport :

Année du rapport :

Titre :

Auteurs :

Organisme :

RESULTAT DU TRACAGE**(1 fiche par point de suivi)**

N° identifiant Tracage (n° donné par la base) :

N° identifiant Point de suivi (n° donné par la base) :

N° BSS du point de suivi :

IV – PROTOCOLE DE SUIVI ET RESULTATS**PROTOCOLE DU SUIVI****Appareil d'analyse :**

- | | |
|--|---|
| ☐ Fluorimètre | ☐ Appareil à double collecteur |
| ☐ Spectrofluorimètre | ☐ Comptage à scintillat. liq. |
| ☐ Colorimètre ou photomètre | ☐ Émission lors de la désintégration |
| ☐ Spectrocolorimètre ou spectrophotomètre | ☐ Mesure de concentration simple |
| ☐ Dosage colorimétrique | ☐ Analyse visuelle lampe UV |
| ☐ Photométrie d'absorption atomique | ☐ Analyse visuelle |
| ☐ Spectrométrie d'émission atomique | ☐ M.E.B. |
| ☐ Conductivimètre | ☐ Autre |
| ☐ Turbidimètre | ☐ Inconnu |
| ☐ Comptage bactérien | ☐ Fluoroscope |

Mode de surveillance : ☐ préleveur automatique ☐ fluo capteurs ☐ fluo capteurs double grappe ☐ débitmètre ☐ turbidimètre
☐ conductivimètre ☐ prélèvements manuels ☐ fluorimètre terrain ☐ autres ☐ Inconnu

Mode de suivi : ☐ suivi actif (prélèvement par pompage) ☐ suivi passif (prélèvement d'une résurgence naturelle)

Nombre d'échantillons :

Débit moyen de sortie (l/s) : Niveau statique (m) :

Eaux de la craie : ☐ seules ☐ mélangées à eaux :
☐ alluviales ☐ marines ☐ traitées ☐ dégradées ☐ de surface ☐ brutes ☐ distribuées

Bruit de fond naturel :

Dates et heures de prélèvements :

Type de traçage : ☐ qualitatif ☐ semi-quantitatif ☐ quantitatif

Commentaires :

RESULTATSRestitution du traceur : ☐ Oui (traçage positif) ☐ Non (traçage négatif)

Date de première restitution : Vitesse de première restitution (m/h) :

Nombre de pics dans la courbe de restitution :

% de restitution :

Commentaires :

Unité des concentrations indiquées dans le tableau ci-dessous :

N° Pic	Date/heure au pic	Conc. au pic	Vitesse de transit (m/h)	Dilution unitaire (l/l)	Coef. de dispersion longitudinale DI (m²/s)	Temps de transit moyen (h)	Vitesse moyenne (m/h)	Dispersivité longitudinale αL (m)	Nombre de Peclet	Porosité cinématique

Note de fiabilité :

(échelle de 1 à 10, pour les traceurs fluorescents uniquement d'après la grille de Mondain et Muet ; 10 = résultat très fiable)

Commentaires :



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Direction régionale Haute-Normandie
Parc de la Vatine
10 rue A. Sakharov
76130 – Mont Saint Aignan - France
Tél. : 02 35 60 12 00