



Participatory tool to improve knowledge, management and protection of the karstic chalk aquifer system in Eastern Normandy

Pierre-Yann David, Didier Pennequin

► To cite this version:

Pierre-Yann David, Didier Pennequin. Participatory tool to improve knowledge, management and protection of the karstic chalk aquifer system in Eastern Normandy. International Conference on Groundwater in Karst; KG@B 2015, Jun 2015, Birmingham, United Kingdom. hal-02566664

HAL Id: hal-02566664

<https://brgm.hal.science/hal-02566664>

Submitted on 7 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Participatory tool to improve knowledge, management and protection of the karstic chalk aquifer system in Eastern Normandy

Pierre-Yann DAVID, Didier PENNEQUIN, BRGM Regional Direction of Normandy

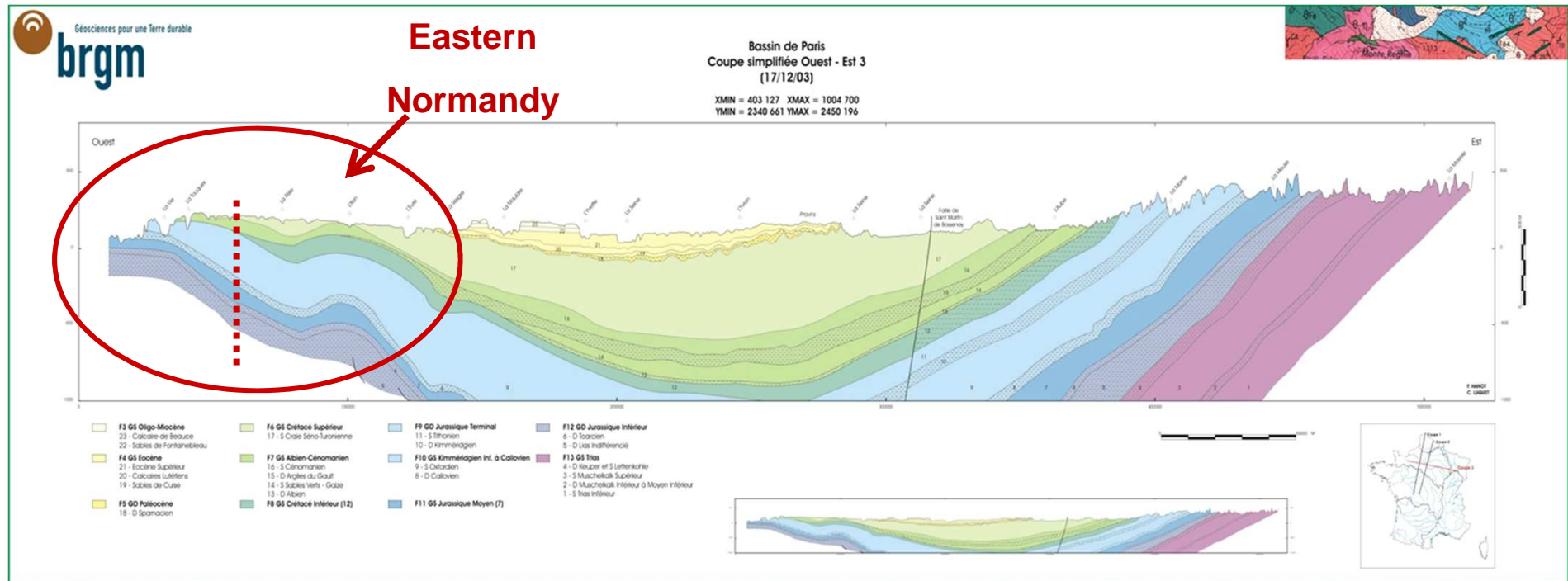
24th of June 2015, KG@B



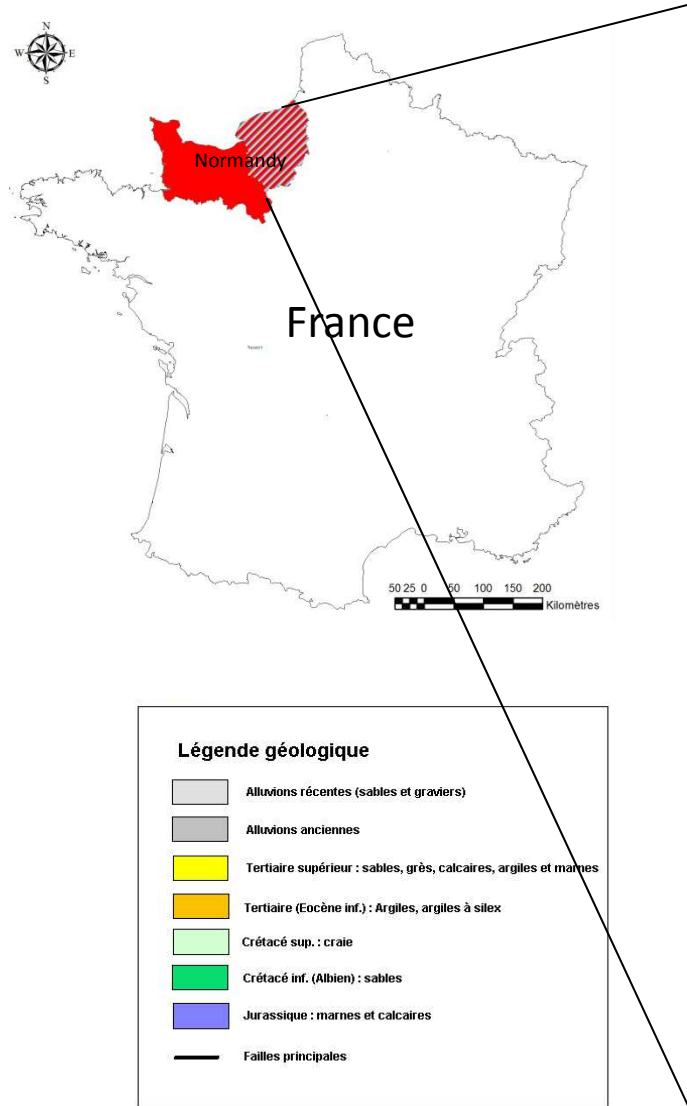
*BRGM, Regional Direction of Normandy, 14 route d'Houpeville 76130 Mont-Saint-Aignan, France
py.david@brgm.fr ; d.pennequin@brgm.fr*



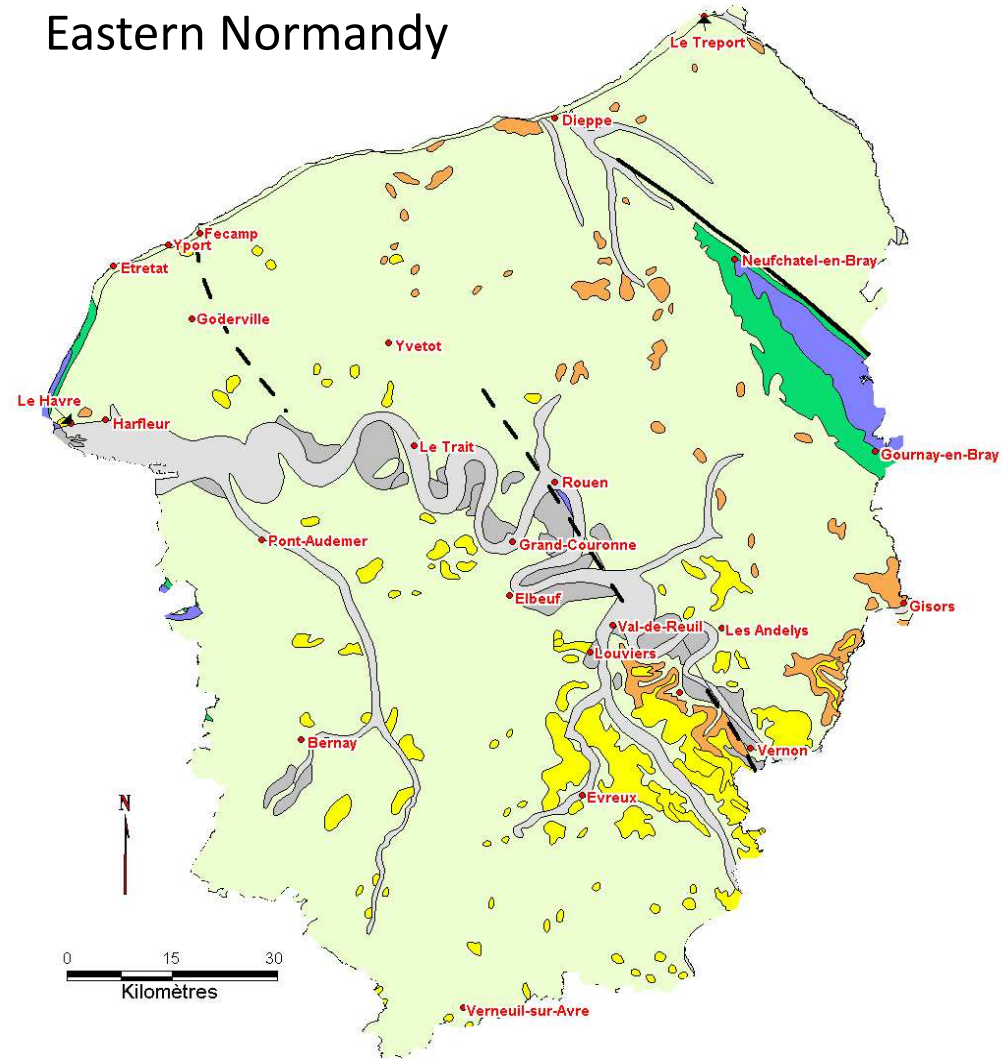
Eastern Normandy karstic context



Eastern Normandy karstic context



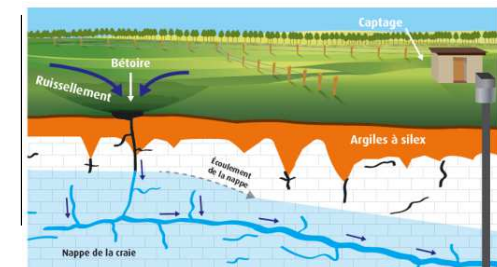
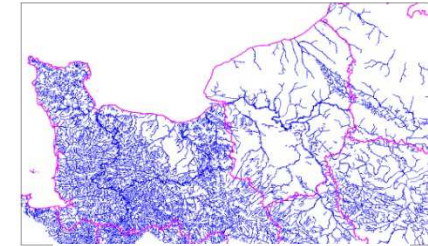
Eastern Normandy

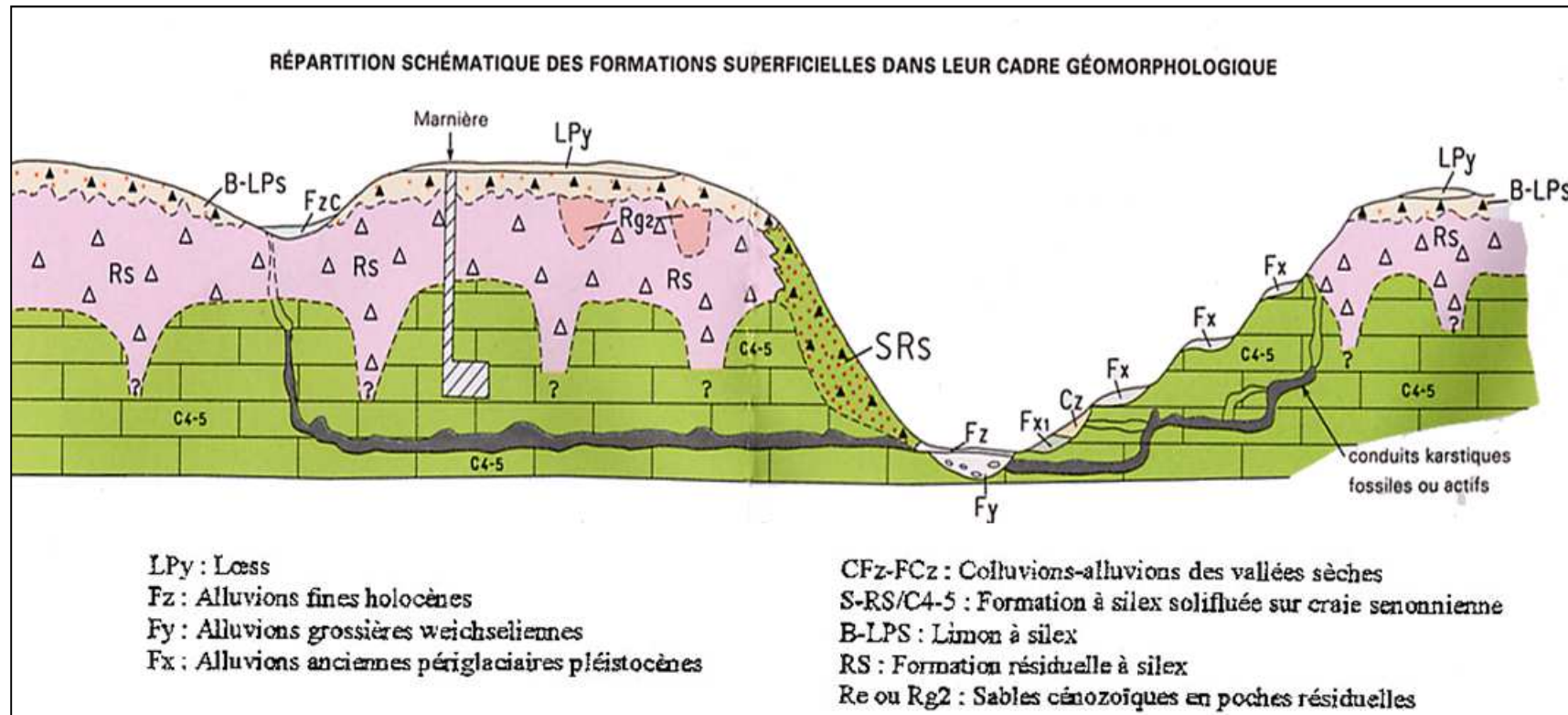


Eastern Normandy karstic context



- Low density river network : rain water mostly infiltrates and some catchments don't have any permanent river
- Karst generates natural collapse structures at the ground surface (locally called « bétoires ») which constitute entrance points for rain and surface water into the chalk aquifer system
- During intense rainfall episodes, sinkholes represent preferential transport vectors for suspended solids (SS) coming from erosion processes, as well as for pollutants including those issued from plant healthcare products, such as fertilizers and pesticides
- Sinkholes are also sometimes, either deliberately or accidentally, outlet points for drained agricultural land, road wastewater networks and wastewater treatment plants
- Karst conduits connected to the sinkholes, rapidly transfer particles and pollutants to the chalk aquifer system and thereby to the well fields used for drinking water purpose.
- 100% of drinking water comes from groundwater





Typical cross-section of Chalk and upper formations in Eastern Normandy
(QUESNEL F., 1997)

Eastern Normandy karstic context



Different sinkhole morphologies can be observed in the landscape :



Béttoire n°10129 : béttoire fraîchement ouverte – mottes d'herbes effondrées encore visibles dans la béttoire (observation BRGM du 26/11/2009)



Doline béttoire n°10867 : doline béttoire de grande dimension : profondeur 6m et diamètre 10m environ (observation BRGM du 27/11/2009)



2 béttoires nouvellement formées dans l'axe d'un talweg dans le secteur de Fontaine-le-Dun le lendemain de fortes précipitations (observation BRGM de janvier 2009)



Doline béttoire n°8098 : observation de ravinements et de ruissellements s'engouffrant dans la béttoire (observation BRGM du 27/11/2009)



Eastern Normandy karstic context



Sometimes with strange use !!!



Sinkholes and the stakeholders...



This karst context forces many watershed stakeholders to act on « betoires » (sinkholes):

- Some tend to clog out or mud off sinkholes :



Sinkhole
Under a Road



Sinkhole
appeared
in an infiltration
pond

- Authorities in charge of road maintenance to prevent road from collapsing

- Communities in charge of drinking water resources management, to prevent groundwater from being polluted

- Communities in charge of wastewater treatment when a sinkholes appear in the bottom of treated wastewater infiltration ponds

- Farmers when sinkholes appear in the middle of their fields

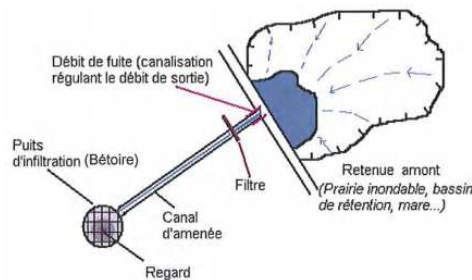


Sinkholes and the stakeholders...



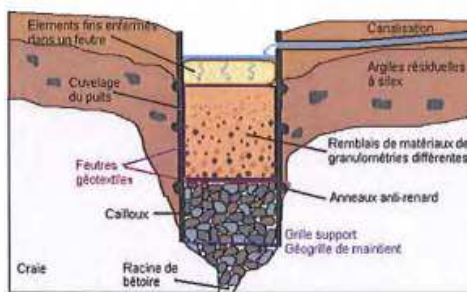
This karst context forces many watershed stakeholders to act on « betoires » (sinkholes):

- Some act to keep the sinkholes infiltration capacity :

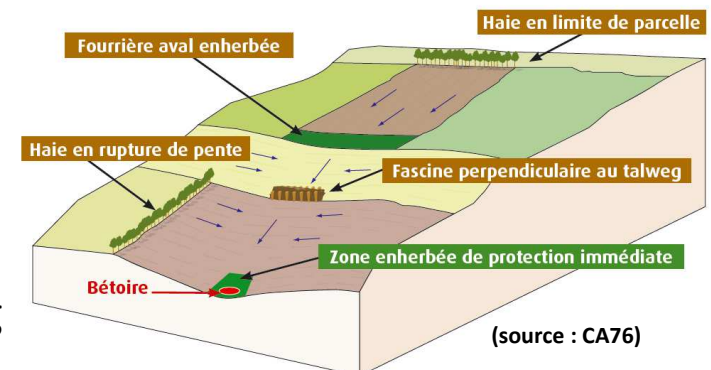


■ Inhabitants of villages or communities facing flooding threats

■ authorities in charge of flooding problems



■ Authorities and communities in charge of water resources management to ensure recharge capacity and enhance run off water quality (use of : hedge, fascine, grass strips,...)



(source : SMBV Pointe de caux)

Sinkholes and the stakeholders...



But sometimes acting on sinkholes can have negative impacts downstream and lead to « messy » situations. For example :

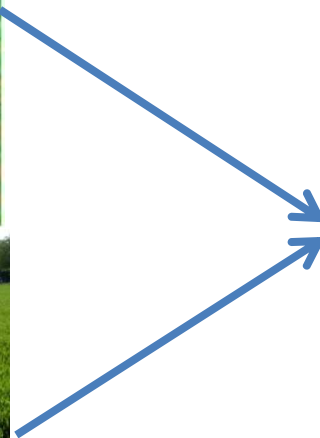
- > Clogging out or mudding off sinkhole often increases run off and tends to enhance flooding downstream (many examples of litigation)**
- > Using sinkhole as an effluent outlet point (fields or road run off, drained agricultural land outlet) often impacts drinking water quality downstream**

Up to recent times, stakeholders tended to solve individual problems without having an overall vision of the sinkhole role in the whole hydrosystem (geotechnical risk, sanitary risk, flooding risk, reducing recharge,...)

Sinkholes and the stakeholders...



- Many organisms (communities, local authorities, etc.) carry out field investigations : sinkholes census, tracer tests, sinkholes impact on groundwater quality,...
- **Surveys results are dispersed and not easily available for management purpose**



A regional karst data base



- > **Purpose** : to centralize in a common tool the knowledge of karst characteristics and transfer processes in order to improve the management and protection of groundwater resources
- > A regional data base has been developed by BRGM and includes information about : (1) exokarst (sinkholes) characteristic and location, (2) karstic springs and (3) karst conduit connections highlighted by tracer tests
- > **Data base, development and initialization** : from 2008 to 2012, a 4-year program of intensive work of consulting historical archives and carrying out field investigations;
- > **Project financially supported by** Seine-Normandie Water Agency, the three Eastern-Normandy Councils and BRGM

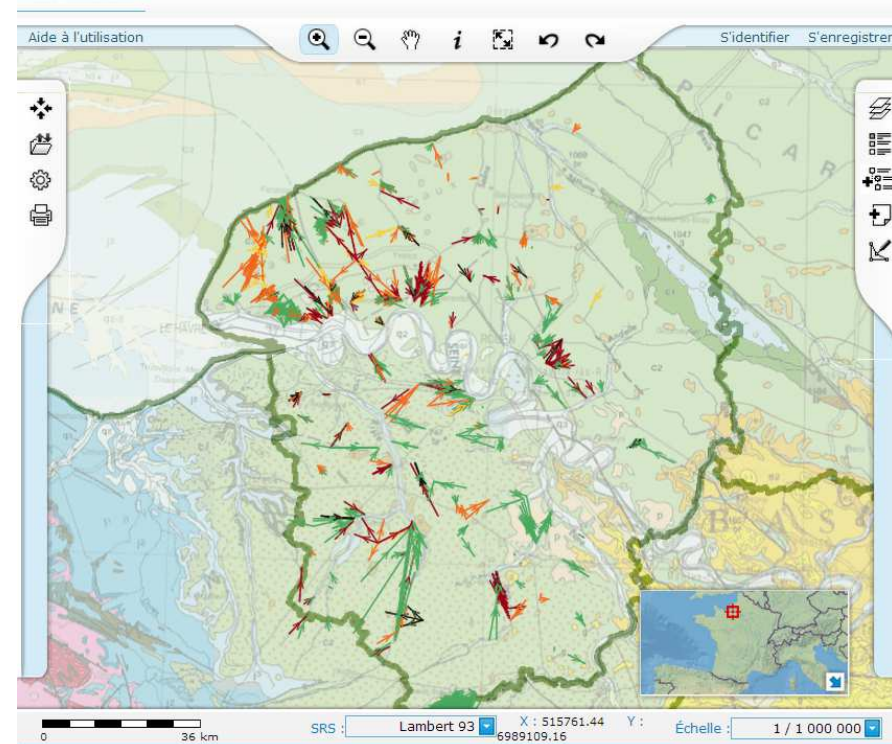
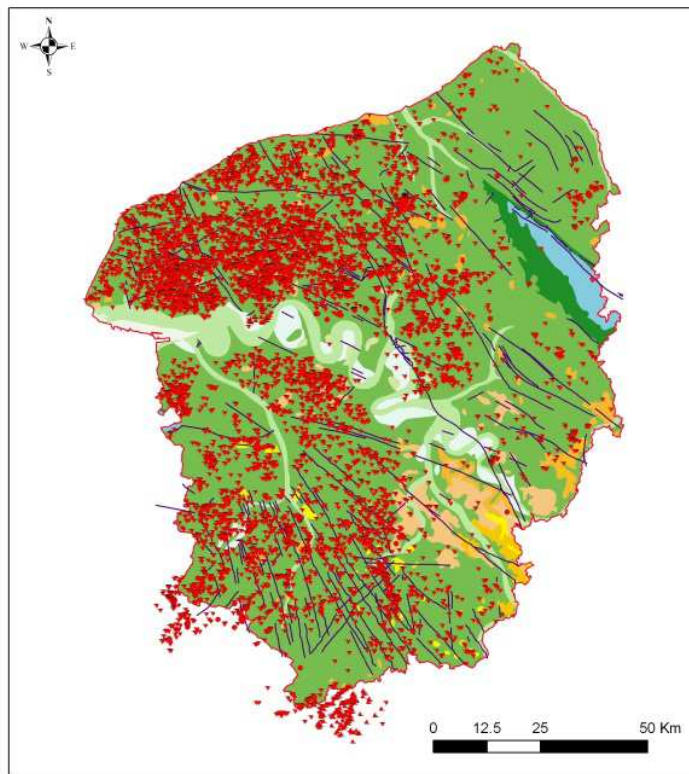


A few numbers...



At the end of 2012, introduced in the data base :

- 1170 reports (7830 historical reports reviewed),
- 14921 sinkholes (around 9000 sinkholes and 6000 sinkhole index)
- 2049 springs
- 2425 karst connections tested by tracer tests (670 injection processes)



Participatory tool



- > Designed, developed and initialized by BRGM from 2008 to 2012
- > Now taken forward in a participatory way involving all watershed stakeholders, including agricultural organizations and civil society
- > A participatory tool has been developed for that purpose, including **2 Websites interfaces** :
 - > A first one through which data can be introduced into the data base
 - > A second one, from which data can be retrieved in different ways (GIS format, files with various format, ...) free of charge

DATA INPUT



<https://tracages.brgm.fr/>

Data base
(oracle)

Sinkholes
Tracer tests
Springs

DATA OUTPUT



<http://sigessn.brgm.fr>

Participatory tool



> The input Data WEB site interface (secured access)

The left screenshot shows the login page of the BRGM web interface. It features a header with 'Identification', 'Déconnexion', and 'Identité :'. The main content area is titled 'Base de Données BETOIRES - TRACAGES - EXUTOIRES'. Below this, there is a login form with fields for 'Identifiant' (username) and 'Mot de passe' (password), and a 'Se connecter' button. The right screenshot shows the 'Etape 1 : Visualisation d'un point' (Step 1: Visualization of a point) form. It includes a table of observation dates, a 'Caractéristique de la perte' (Loss characteristic) section with various checkboxes for different types of sinkhole management, and a 'Perte fonctionnelle' (Functional loss) section.

> It allows watershed stakeholders to store, update and share data about :

- Sinkhole characteristics : more than 20 sets of criteria describe sinkholes such as geometry, down flow variation over time, impluvium, geomorphology context, chalk stratigraphy, water quality,...)
- Sinkhole management (clogging out, conversion into infiltration well, watershed management,...)
- Tracer tests results

In addition, photos and reports can be uploaded

Participatory tool

The output data WEBSITE allows to :

- consult on-line data
- download data on GIS or CSV format, free of charge



The screenshot shows the 'Fiche Béttoire' website interface. The top section is titled 'Fiche Béttoire' and includes the identifier 'Identifiant : B8147'. Below this is a section titled '1. Identification' which contains a map of the béttoire location and a table of identification data. The table includes fields for 'Identifiant', 'Désignation béttoire', 'Commune', 'Lieu-dit', 'Part de repère', 'Coordonnées', 'Précision des coordonnées', 'Type d'occupation', 'Altitude', 'Cote IGN n°', 'Dessin versant hydrographique', 'Dessin versant hydrogéologique', 'Masse d'eau hydrographique', 'Type d'occupation', and 'Masse d'eau hydrogéologique'. The bottom section is titled '2. Caractéristiques de la béttoire' and includes a table of observations. The table has columns for 'Date d'observation', 'Type de béttoire', 'Diamètre (en m)', 'Profondeur (en m)', 'Antériorité', 'Type d'occupation', and 'Zone d'observation'. The table contains several rows of observations, each with a 'FICHE DÉTAILLÉE' link.


Date d'observation	Type de béttoire	Diamètre (en m)	Profondeur (en m)	Antériorité	Type d'occupation	Zone d'observation
01/01/2002	Partie ponctuelle			Indéterminée		> FICHE DÉTAILLÉE
	Commentaire	Photo (n° 423) disponible				
	Partie ponctuelle	2.0	2.0	Indéterminée		> FICHE DÉTAILLÉE
01/07/2006	Commentaire	BETTOIRE QUI AAIT PARTIELLÉ UN CARACTÈRE D'HYPERCONCENTRATION DE BÉTOIRE QUI PRÉSENTE LES PLUS GRANDES DIMENSIONS (PLUSIEURS MÈTRES DE DIAMÈTRE ET DE PROFONDEUR) AINSI QU'UNE DURETÉ ÉLEVÉE (PIÈCE DANS LE PONDUS DE L'HYPERCONCENTRATION) OBSERVÉE À L'ÉCHELLE HYDROLOGIQUE. LE BÉTOIRE VERSANT À L'EST DU BÉTOIRE EST ESTIMÉ À 200M.				
01/01/2007	Partie ponctuelle	2.0	2.0	Indéterminée		> FICHE DÉTAILLÉE
	Commentaire					
01/02/2007	Partie ponctuelle			Oui		> FICHE DÉTAILLÉE
	Commentaire	HYPERCONCENTRATION D'HYPERCONCENTRATION DU PONDUS DU FAUCON, POSE DE BANDES ENFERMES, VÉGÉTALISATION, ENROULEMENTS ET CLOUTURES.				
	Partie ponctuelle	2.0	2.0	Indéterminée		> FICHE DÉTAILLÉE
01/01/2009	Commentaire	BETTOIRE QUI AAIT PARTIELLÉ UN CARACTÈRE D'HYPERCONCENTRATION DE BÉTOIRE QUI PRÉSENTE LES PLUS GRANDES DIMENSIONS (PLUSIEURS MÈTRES DE DIAMÈTRE ET DE PROFONDEUR) AINSI QU'UNE DURETÉ ÉLEVÉE (PIÈCE DANS LE PONDUS DE L'HYPERCONCENTRATION) OBSERVÉE À L'ÉCHELLE HYDROLOGIQUE. LE BÉTOIRE VERSANT À L'EST DU BÉTOIRE EST ESTIMÉ À 200M.				
	Commentaire	BETTOIRE QUI AAIT PARTIELLÉ UN CARACTÈRE D'HYPERCONCENTRATION DE BÉTOIRE QUI PRÉSENTE LES PLUS GRANDES DIMENSIONS (PLUSIEURS MÈTRES DE DIAMÈTRE ET DE PROFONDEUR) AINSI QU'UNE DURETÉ ÉLEVÉE (PIÈCE DANS LE PONDUS DE L'HYPERCONCENTRATION) OBSERVÉE À L'ÉCHELLE HYDROLOGIQUE. LE BÉTOIRE VERSANT À L'EST DU BÉTOIRE EST ESTIMÉ À 200M.				
28/04/2010	Observation béttoire	12.0	2.0	Non		> FICHE DÉTAILLÉE
	Commentaire	OBSERVATION BÉTOIRE 12.0 M DE DIAMÈTRE, 2.0 M DE PROFONDEUR, SUPERFICIE ACTIVE, 10000 CHIFFRES VISIBLES, BEAU JOUR, VENT ET LES JOURS PRÉCÉDENTS PAS DE RUSSÈLEMENT, PHOTO PRISSE DE 20/04/2010 ET DE 28/04/2010.				

Participatory tool

Fiche Bêtoire

Identifiant : B8147

1. Identification



Identifiant : B8147

Désignation locale :

Commune : 75302 - COUTERVILLE

Lieu-dit :

Point de repère :

Coordonnées : X Lambert (la) : 495997.001 Y Lambert (la) : 6517492.000
X Lambert (2) : 500046.107 Y Lambert (2) : 6521083.102

Précision des coordonnées : +/- 25.0 mètres

Mode d'obtention : coordonnées prises dans un rapport

Altitude : 102.0m NGF Précision : +/- 5.0 mètres

Cote IGN n° : 16100 651650

Système versant hydrographique : schémié

Système versant hydrogéologique : Ysart

Masse d'eau n° : 3002 - Crée allée du littoral caennais

Mode d'obtention : SIG (masse d'eau au droit du point)

Entité hydrogéologique : 006 - PAYS DE CAUX / CRAIS

Mode d'obtention : SIG (masse d'eau au droit du point)

2. Caractéristiques de la bêteoire

Tableau de synthèse des observations de la bêteoire n° B8147

Date d'observation	Type de bêteoire	Chambre (en m)	Profondeur (en m)	Anthropisation	Type d'anthropisation	Fiche détaillée de l'observation
01/01/2009	Perte ponctuelle			Indétectable		> FICHE DÉTAILLÉE
	Commentaire	Photo (n° 402) disponibles				
01/01/2009	Perte ponctuelle	3.0	3.0	Indétectable		> FICHE DÉTAILLÉE
	Commentaire	Bêtoire qui fait partie d'un complexe d'anthropisation, se situe sur l'axe des plus grandes dimensions (plusieurs mètres de largeur et 4m de profondeur) ainsi qu'une ouverture franchie dans le fond de l'anthropisation. L'ouverture a plusieurs mètres, le bassin versant à l'amont de celle-ci se trouve est estimé à 300m².				
01/01/2007	Perte ponctuelle	3.0	3.0	Indétectable		> FICHE DÉTAILLÉE
	Commentaire					
01/02/2007	Perte ponctuelle			Oui		> FICHE DÉTAILLÉE
	Commentaire	PROPOSITION D'AMÉNAGEMENT DU PONT DU TALVEU, POSE DE BANDES ENRIEURES, VÉGÉTALISATION, ENRIEUREMENTS ET CLOUTURES.				

Sinkhole data sheet

3. Traçages réalisés sur la bêteoire

ID Traçage	Date Injection	ID Point de suivi	Résultat	Vitesse 1ère arrivée	Fiabilité Résultat (-1 à 10)
T384	28/02/2007	P733	Négatif	-	9
		P743	Négatif	-	9
		P759	Négatif	-	9
		P4381	Positif	313.0 m/h	9

4. Sources d'information

ID ref. biblio	Nature	Date	Titre	Auteurs	Organismes	Référence	Lieu d'archivage
391	2	2007	ETUDE DE LA CIRCULATION KARSTIQUE DES EAUX DE RUISSELLEMENTS: OPERATION DE TRACAGE - SYNTHÈSE DES OPERATIONS DE PHASE 2	ASSELIN L. POSIADOL G.	SAFEGE	PA118-VERSION1-PHASE2	DIREN (FORMAT INFORMATIQUE)
949	3	2010	OBSERVATION TERRAIN PRINTEMPS-ETE 2010 INVENTAIRE BÊTOIRE ANNÉE 3	BRGM	BRGM	BRGM	OBSERVATION TERRAIN
492	2	2007	ETUDE DE LA CIRCULATION KARSTIQUE DES EAUX DE RUISSELLEMENT-CODAH-SAFEGE-MAI 2007		SAFEGE	PA118-PHASE 1	CD BRGM
1110	2	2007	CODAH RAPPORT DE PHASE 3 ETUDE DE LA CIRCULATION KARSTIQUE DES EAUX DE RUISSELLEMENT PROPOSITION D'AMÉNAGEMENT SUR LES SITES TESTES PAR TRACAGES	ASSELIN L. POSIADOL G.	SAFEGE	PA118 PHASE3	CG76 SERVICE GESTION DE L'EAU ET DES DECHETS

5. Documents numériques disponibles (17)

...O20090101B147.JPG Photo de la bêteoire 14,74 Ko	...20100428B147_1.JPG Photo de la bêteoire 5,53 Mo	...20100428B147_2.JPG Photo de la bêteoire 7,29 Mo
...20100428B147_3.JPG Photo de la bêteoire 7,27 Mo	...20100428B147_4.JPG Photo de la bêteoire 6,87 Mo	...20100428B147_5.JPG Photo de la bêteoire 7,31 Mo
...100428DSC00578.JPG Photo de la bêteoire 3,18 Mo	...100428DSC00579.JPG Photo de la bêteoire 3,06 Mo	...100428DSC00580.JPG Photo de la bêteoire 3,06 Mo

3. Résultats du traçage

ID Pt de suivi	Nature du point	Résultat	Vitesse lère arrivée	Résultat	Profilé résultat (1 à 10)
17723	Structure	Négatif	--	> DÉTAILS RÉSULTAT	9
17743	Point de suivi	Négatif	--	> DÉTAILS RÉSULTAT	9
17759	Point de suivi	Négatif	--	> DÉTAILS RÉSULTAT	9
17481	Point de suivi	Positif	312.0 m/s	> DÉTAILS RÉSULTAT	9

4. Sources d'information

ID Ref. 2015	Nature	Date	Titre	Auteurs	Organisme	Relevance	Lieu d'origine
221	2	2007	ÉTUDE DE LA CIRCULATION KINÉTIQUE DES BASES DE MODÉLISATION D'OPÉRATION DE TRACAGE - SYNTHÈSE DES OPÉRATIONS DE PHASE 2	ARSENAUX L., POISSAUX G.	SARAGO	FAITS-VERBES-PROPOSE	ORIGN (P-DIGITAL) INP-ORIGNAIGUE

5. Documents numériques disponibles (0)

↗ Retour en haut de la page

Fiche Traçage

Identifiant : T384

- Nature du point d'injection : Séisme
- Nombre de points de suivi : 4

• Identifiant d'injection : 00147

• Date de l'injection : 20/02/2007

Objet de la fiche

1. Identification du point d'injection

Nature du point : Séisme

Identifiant : 00147

Désignation locale

Commune : 76602 - GODEWILLE

Localité

Point de repère

Coordonnées

X : 436927.001

Y : 5517463.000

X Lambert 93 : 550496.107

Y Lambert 93 : 601065.102

Précision des coordonnées : +/- 25.0 mètres

Méthode d'obtention : coordonnées précises dans un rapport

Altitude

102.0m NGF

Précision : +/- 0.0 mètres

Carte IGN n°

10100 504.000

Bassin versant hydrographique

Stréhal

Bassin versant hydrographique

Vivier

Masse d'eau d'acceptation

0003 - Crée à l'origine du réseau d'acceptation

Méthode d'obtention

S/G (masse d'eau au droit du point)

Séisme hydrographique

0004 - RAYON DE CHAUX / CHAUX

Méthode d'obtention

S/G (masse d'eau au droit du point)

2. Conditions de réalisation de l'injection

Date d'injection : 20/02/2007

Heure d'injection : 00:00

Durée d'observation : 00

Suit réalisé par : SARABO

Nature du traceur : solution de potassium

Injection

Chlorure

Durée (en heures) :

Unité : kg

Quantité injectée

7.0

Unité : m3

Volume de charge

12.0

Unité : m3

Charge par écoulement naturel

Non

Conditions climatiques : l'année précédente

Caractéristiques hydrologiques : Séisme Séisme

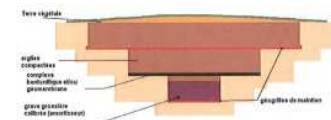
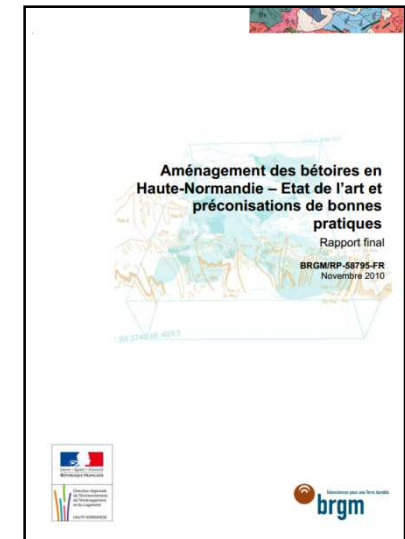
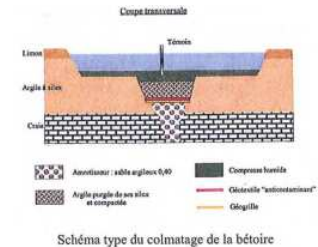
Commentaires : 7 KG INJECTÉ / Observation du 27/02 au 23/04, VOLUME DE CHARGE DE 12m3 à 10.8m, renouvellement continue suite aux précipitations.

Participatory tool



This participatory tool also includes :

- > A guide for « bétoire » (sinkholes) management including :
 - State of the art on current practices WRT sinkhole management + classification of the sinkhole managements + critical assessment
 - Elaboration of « good practice » guide for sinkhole management according to 2 criteria :
 1. identified risk for on site and downstream « at stake structures » (sanitary, hydraulic works, geotechnical, flood, recharge deficiency...)
 2. Physical and geological setting
 - Recommendation concerning administrative aspects (water legislation dossier content, investigation fields to be carried out before acting on sinkholes....)
- report on-line : <http://sigessn.brgm.fr/IMG/pdf/rp-58795-fr.pdf>

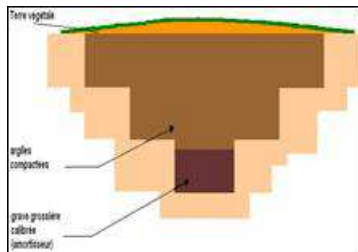


- > Training sessions for catchment stakeholders to help them to deal with sinkhole management

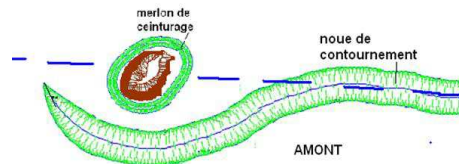
CLASSIFICATION OF THE EXISTING TECHNIQUES OF SINKHOLES MANAGEMENT

IMPERMEABLE

Clogging out the sinkhole



Diverting runoff away from the sinkhole

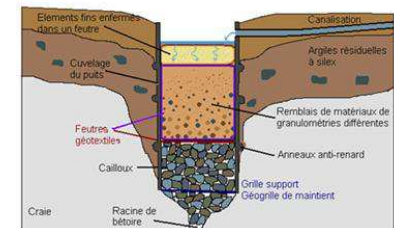


INFILTRATING

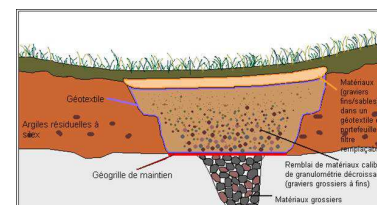
Filling up with permeable (non filtrating) material



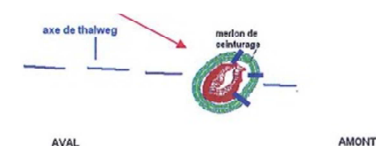
Conversion into infiltration well



Filling up with filtrating materials



Diverting runoff partially and controlling infiltration flow



Participatory tool



This participatory tool also includes :

- > **A tracer test declaration form** centralized by the regional environment authority (DREAL)
- > **3 purposes :**
 1. to inform authorities in charge of drinking water supply and other actors of the basins
 2. to register tracing test activities and avoid interferences between 2 tests
 3. to control the kind of tracer that are being used (to avoid the use of ecotoxic tracers)

RESERVE A LA DREAL Déclaration reçue le : _____ N° de déclaration : _____

FICHE DE DÉCLARATION PRÉALABLE D'UN TRAÇAGE EN RÉGION HAUTE-NORMANDIE

L'objectif de ce formulaire de déclaration préalable des opérations de traçage est de :

- prévenir les organismes chargés de la distribution d'eau potable ainsi que les services de la police de l'eau afin qu'ils puissent gérer au mieux les problèmes liés à ces essais (pollution de l'eau, etc.)
- tenir un registre des opérations de traçages réalisées en Haute-Normandie afin :
 - > d'éviter les interférences et erreurs d'interprétation lorsque plusieurs opérateurs réalisent des traçages simultanément dans un même périmètre,
 - > de garder trace des opérations de traçages y compris celles non bancairiales dans la base de données régionale des traçages
- contrôler le type de traceur injecté dans les eaux souterraines

Prestateur responsable des essais :

Personne responsable :	Nom :	Tel :	E-mail :
Intitulé de l'étude :			
Date :		Signature :	

A renvoyer au moins 15 jours avant le début de l'essai de traçage :

- par mail aux destinataires suivants :
 - Bureau de la police de l'eau de la DDTM : ddtm@ddtm.haut-normandie.fr (04 94 71 11 11)
 - DREAL Service ressources : service.ressources@drh.haut-normandie.fr (02 33 30 30 30)
 - ARS Haute-Normandie : ars.haut-normandie@ars.haut-normandie.fr (02 33 30 30 30)
 - Collectivités AEP concernées¹ : collectivites.aep@drh.haut-normandie.fr (02 33 30 30 30)
 - BRPD : brpd@brpd.haut-normandie.fr (02 33 30 30 30)
 - Cellule opérationnelle de la Gendarmerie : cellule.op@gendarmerie.haut-normandie.fr (02 33 30 30 30)

¹ A charge aux collectivités AEP qui reçoivent cette déclaration de prévenir leur éventuel distributeur d'eau si la distribution ne se fait pas en régie

ET

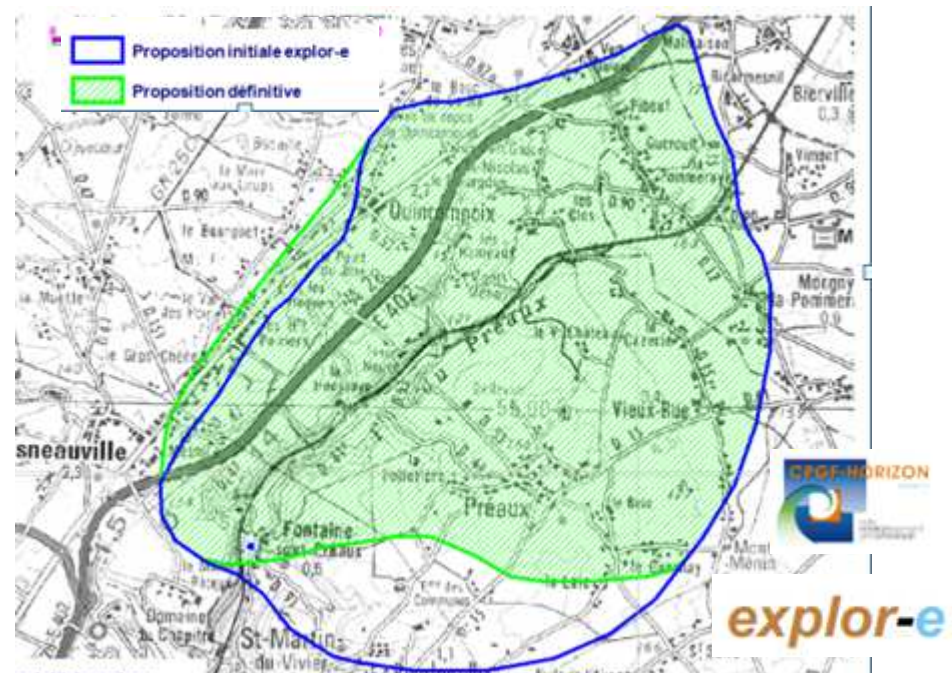
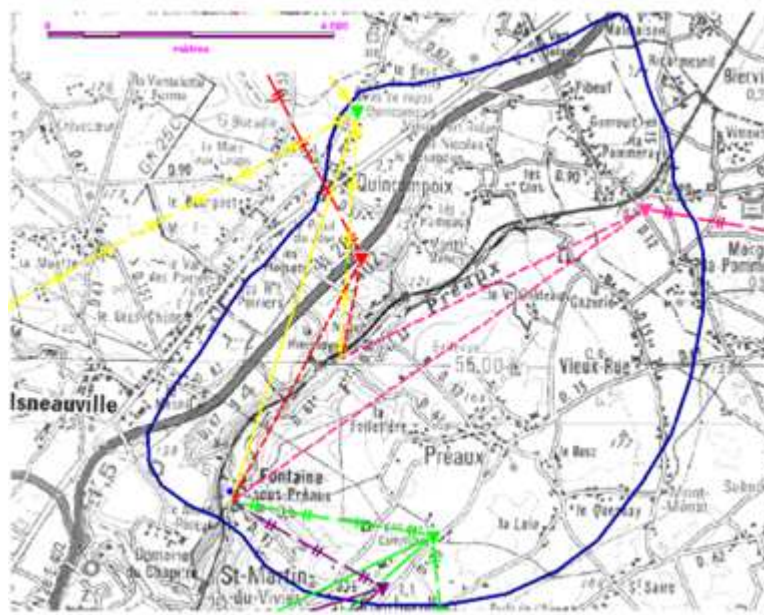
par courrier à : DREAL Haute-Normandie / SRE / BEMA - 2 rue saint sever 76032 rouen cedex

Situation des essais				Traceur		Date prévue pour l'opération
Injection		Suivi		Traceur utilisé	Quantité / Unité	
Commune (département)	Y Pointe d'injection : - 02.0000 m de large - 02.0000 m de large - 02.0000 m de large	Pointe de suivi : - 02.0000 m de large - 02.0000 m de large - 02.0000 m de large	Donnée préliminaire du suivi			

Example of use (1)



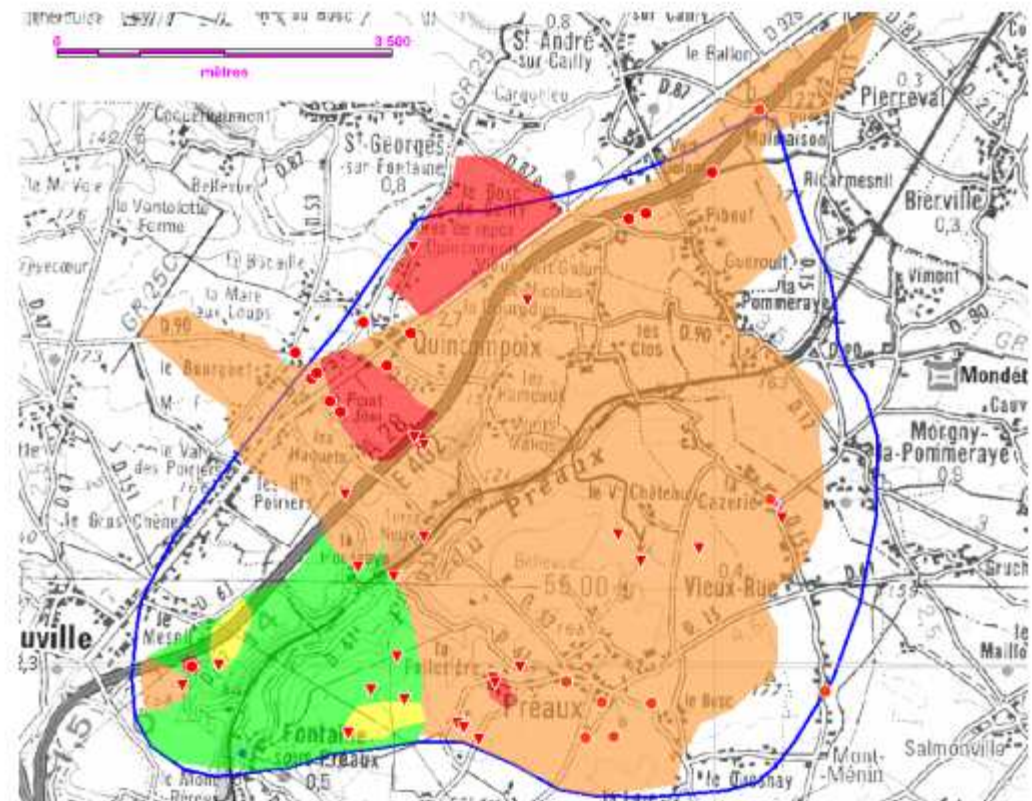
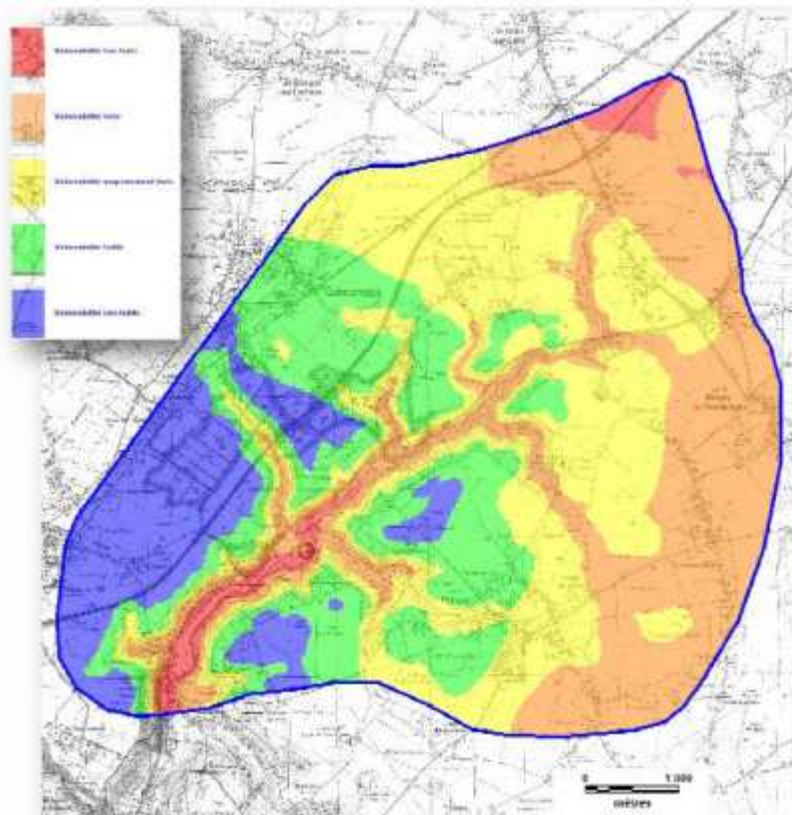
- This participatory tool allows for better management and protection of the chalk aquifer system and prevents it from quality degradation (turbidity, nitrates, pesticides, ...) :
 - Sinkholes connected to the drinking water wells are better known
 - Drinking water supply organisms benefit from improve active water resources management (specific watershed and sinkhole management : herb strips, fascines, dams, infiltration...)
 - Water abstraction benefits from optimally designed protection zone



Example of use (2)



- Improved definition of groundwater vulnerability : both karstic and matricial (elaborated with the consolidated data from the participatory tool)



A better understanding of exokarst spatial distribution



In addition with helping in karst problem management, it also greatly enhances understanding of the effects of recharge, lithology and geological structures on karst developments in the chalk aquifer system

- > As part of the development of this data base, BRGM co-funded and co-directed a thesis carried out by Sanae El Janyani (Rouen University) from 2009 to 2012. The Young Karst Researcher Prize 2012 were awarded to her for this work

- > Thesis on line : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00920267/document>

S. El Janyani. Incidence des bétoires et de la karstogénèse des plateaux crayeux de la Haute-Normandie sur le fonctionnement hydrologique de l'aquifère de la craie Modélisation hydrogéologique des influences climatiques à différentes échelles spatio-temporelles.. Continental interfaces, environment. Université de Rouen, 2013. French

A better understanding of exokarst spatial distribution



- The surface of the chalk plateaus in the western Paris Basin is covered with Quaternary loesses and clay-with-flints
- Preliminary results show correlation between thickness of surface layers and sinkholes density

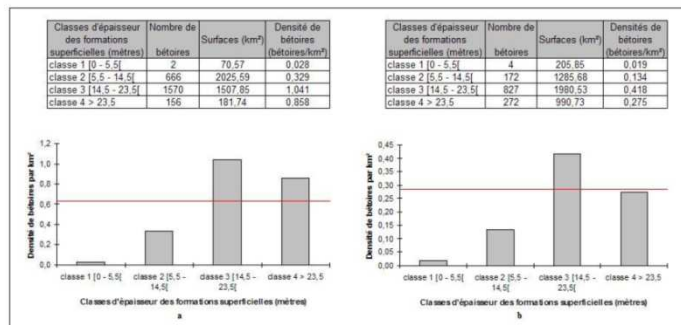
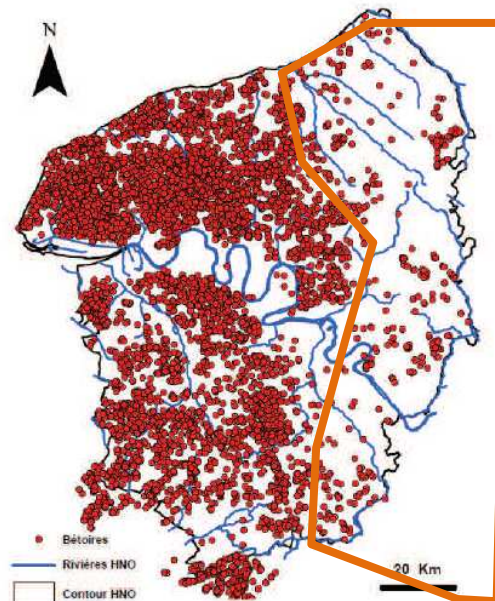
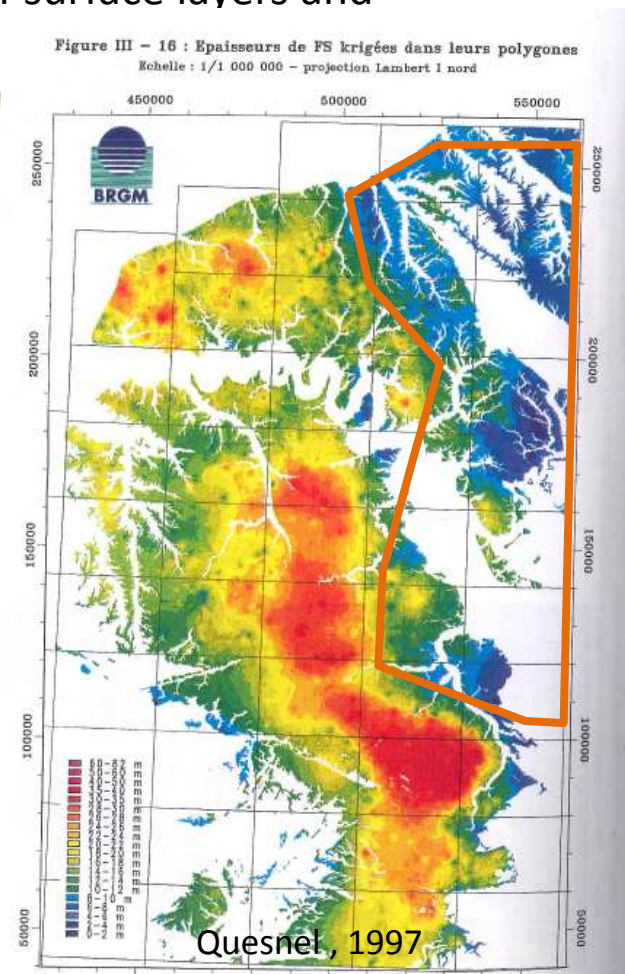


Figure 27 : Résultats des densités de bêttoires selon l'épaisseur des formations superficielles a) en Seine-Maritime, b) dans l'Eure

Seidel and David, 2010



El Janyani, 2012



Quesnel, 1997

- Very few sinkholes in chalk covered by thin surface layers (<5m)

A better understanding of exokarst spatial distribution



- > Spatial modelling was also carried out based on the topographic index of Beven and Kirkby, « IBK » (also known as TWI). This index was developed by Beven and Kirkby (1979) based on the TOPMODEL runoff model
- > The application of this index to the digital elevation model (DEM) produced a map of the potential wetland sectors. Results were compared with the location of the sinkholes
- > Sinkholes are mainly located in the theoretical wet areas (thalweg on plateaus, dry valleys) (drainage system)

*Illustration of the Cailly river watershed,
But this characteristic has been observed in all
Upper Normandy watersheds, except in the areas
affected by the presence of Tertiary deposits and
by the absence of the clay-with-flints layer*

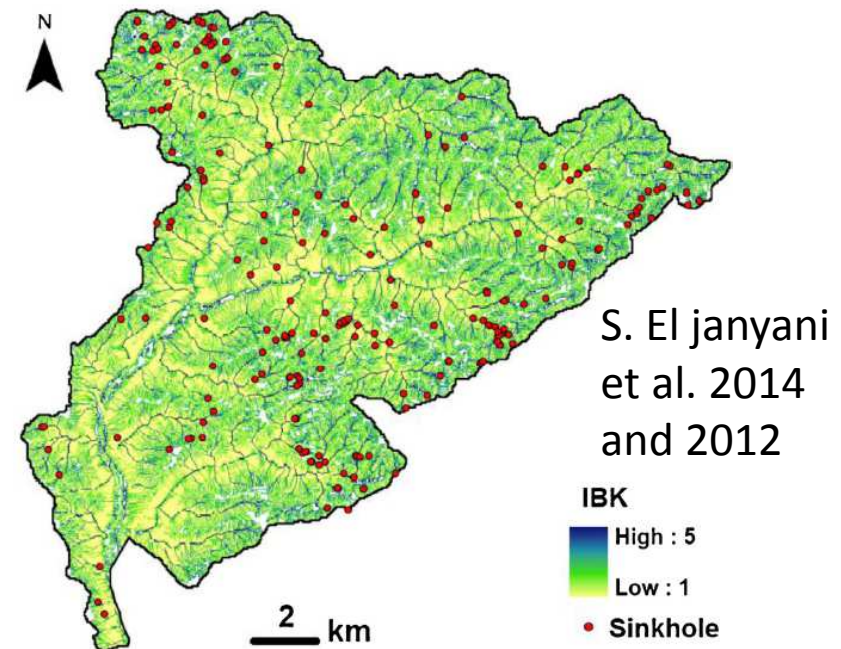
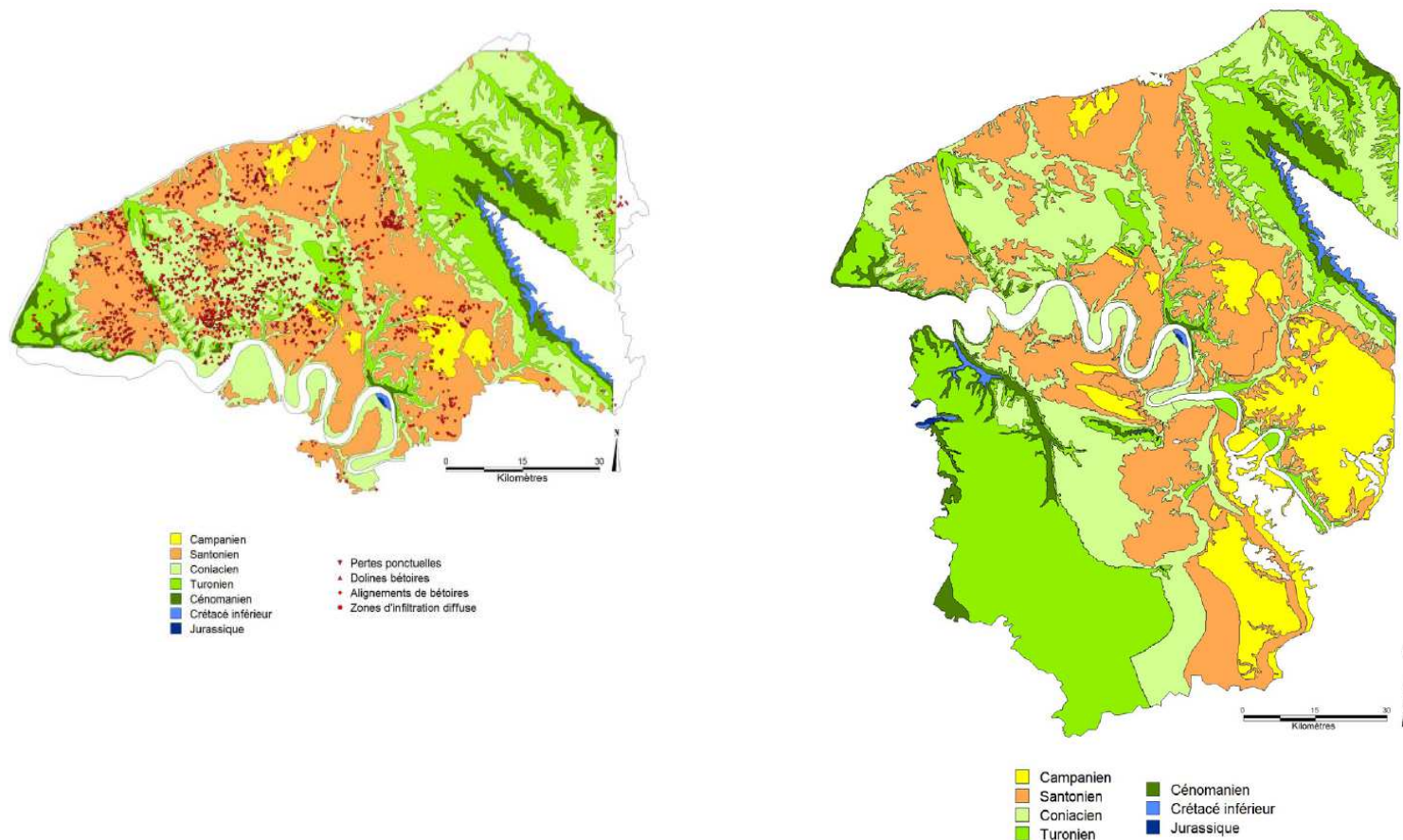


Fig. 4 Validated sinkholes located on the spatial modelling map of the topographic wetness index (IBK) of the index value indicates a high probability of wetlands present on the site

A better understanding of exokarst spatial distribution



- Other correlations are being studied by BRGM (ex : sinkhole density vs. chalk stratigraphy, sinkhole density vs. geological structures,...





Thank you for your attention

