

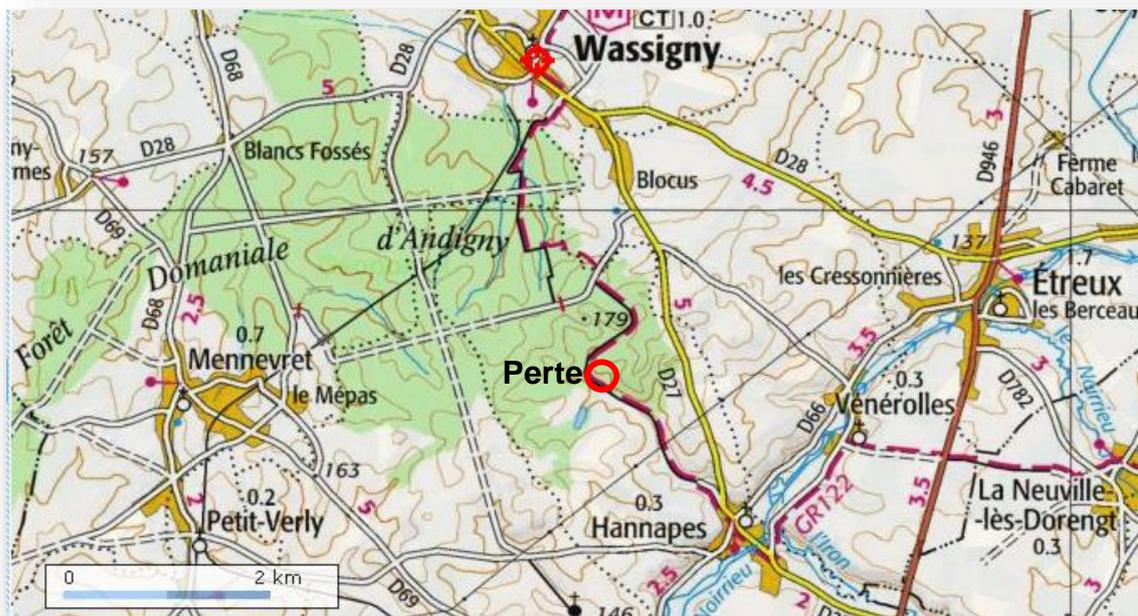
Perte du Sart à Malot

Etude Préliminaire avant traçage du karst d'introduction et de restitution
Forêt domaniale d'Andigny, département de l'Aisne

LOCALISATION ET ACCES A LA PERTE DU SART A MALOT

La Perte du sart à Malot (appelée localement le gouffre) est située à la lisière Sud-est de la forêt domaniale d'Andigny (Cf.1) **Extrait de carte topographique Géoportail**). Cette forêt s'étend entre la commune de Wassigny au Nord et celle d'Hannapes au Sud. Le village d'Hannapes est situé au bord du bassin hydrographique du Noirrieu dans lequel a été creusé le canal de la Sambre à l'Oise.

La perte est alimentée par un ruisseau pérenne qui draine les sous-bois. Elle s'ouvre au bord du GR122 dans l'alignement de retenus d'eaux artificielles. A noter que le propriétaire a dû reculer les digues de retenu car ses étangs se vidaient.



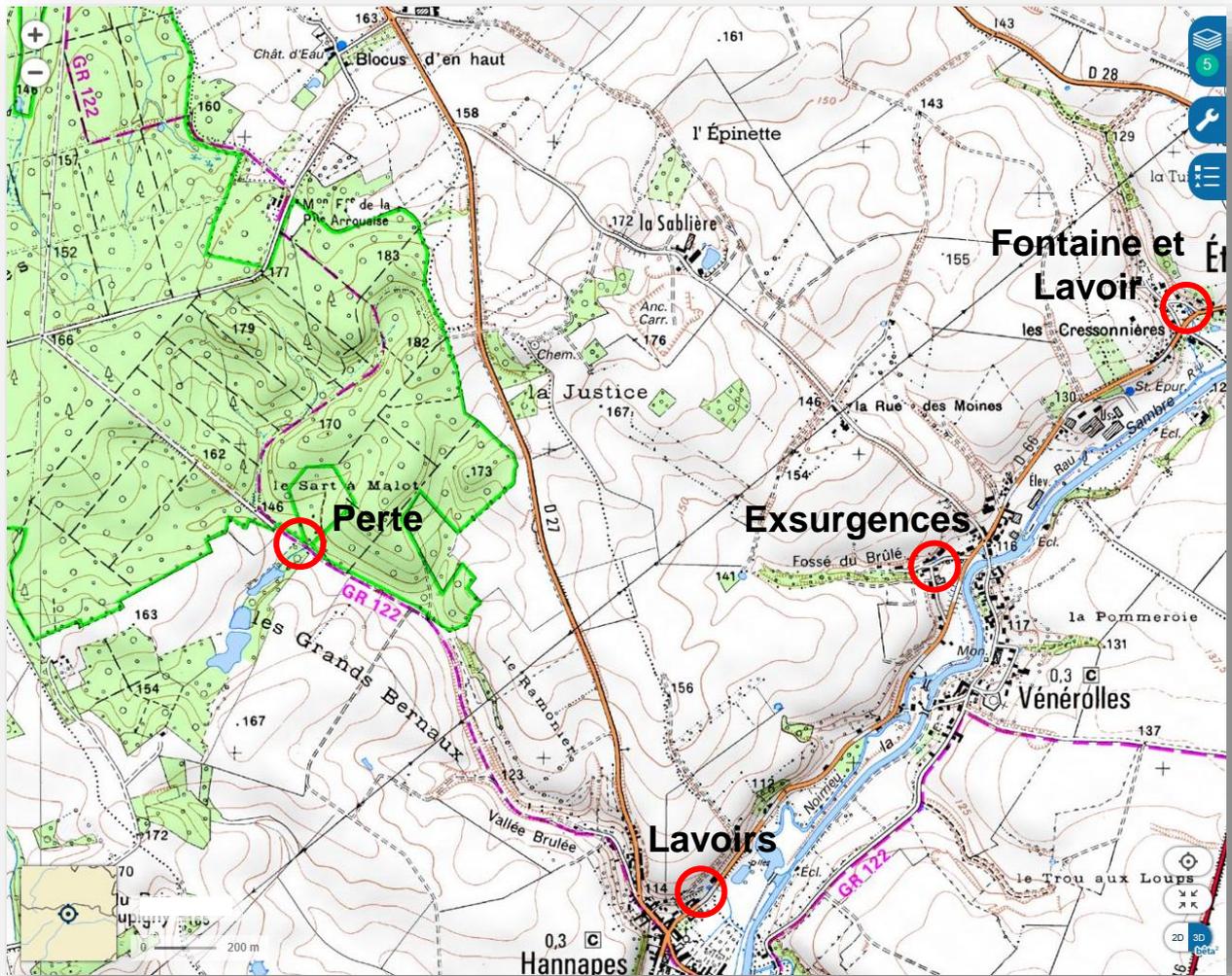
1) Extrait de carte topographique Géoportail

Pour accéder à la perte, on peut emprunter trois itinéraires d'accès :

- le GR122 depuis Hannapes,
- le chemin traversant les labours,
- la forêt d'Andigny depuis le lieu-dit du Blocus, par la maison forestière,

Itinéraire depuis Hannapes (Cf.2) Extrait de carte topographique Géoportail).

Depuis le Carrefour de la D66 et de la D27 à Hannapes, se diriger vers Wassigny. Puis prendre la petite route à gauche passant derrière les maisons. Après quelques centaines de mètres le chemin n'est plus macadamisé, il faut garer sa voiture pour s'engager à pied dans la vallée brûlée par le GR122. Le chemin au début est escarpé et empierré de silex. Les 500 derniers mètres sont moins escarpés mais parfois boueux surtout en période de pluie.



2) Extrait de carte topographique Géoportail



3) Vallée Brulée depuis le parking

Itinéraire au travers les labours(Cf.4) Extrait de carte topographique Géoportail).

Depuis peu l'agriculteur voisin a étendu ses champs et tracé un chemin au bulldozer. Au Sud d'Hannapes prendre la D66 qui suit le canal. Monter par la première route à droite jusqu'à la fin du raidillon. A la cote 106, prendre le chemin de terre à droite jusqu'à la cavité. Ce chemin de terre n'est pas carrossable en période humide.

Itinéraire depuis le blocus(Cf.4) Extrait de carte topographique Géoportail).

En venant d'Hannapes par la D27, au lieu-dit le Blocus tourner à gauche en direction du château d'eau. Après le château d'eau, tourner à nouveau à gauche. Passer devant la maison forestière. Si la barrière est ouverte continuer jusqu'au carrefour avec la première laie forestière carrossable. Tourner à droite et descendre la laie jusqu'à la barrière. Il reste une bonne centaine de mètre à parcourir à pied sur le GR122. Cet itinéraire est le plus accessible à condition d'avoir le triangle pour ouvrir le cadenas de la barrière.

TRAVAUX DE DESOBSTRUCTION SUR LA PERTE

Avec le Groupe de spéléo. de Laon, nous avons tenté une première série de désobstructions de la perte à la fin des années 80. Les travaux ont été exécutés à la pelle et au seau mais ont été ruiné à plusieurs reprises par des éboulements.



4) perte photographiée depuis le ruisseau

Durant les années 90, nous avons repris les travaux avec le LUC Spéléo. Une pelle mécanique a dégagé l'argile pour laisser la craie affleurer. Nous avons élargi un passage sur près 1,5 mètres de profondeur en faisant exploser la craie dure et peu fissurée. Malheureusement nous avons été victimes de piqures d'insectes, nombreux l'été en période d'étiage et nous n'avons pas persévéré.

D'autres pertes existent aux alentours et dans la forêt mais elles sont plus diffuses et plus colmatés

SERIES STRATIGRAPHIQUES CRAYEUSES CONCERNEES PAR L'ÉCOULEMENT EN GRAND (selon les indications des livrets explicatifs BRGM Guise et Bohain)

Turonien inférieur, argiles calcaires et marnes argileuses de 15 à 30m.

Turonien moyen, craie marneuse de quelques mètres.

Turonien supérieur, craie blanche à grisâtes avec des silex noirs. Dans sa partie supérieure, sur quelques mètres, une craie grise assez dure, silex absents ou rares.

L'ensemble a une épaisseur d'une trentaine de mètres.

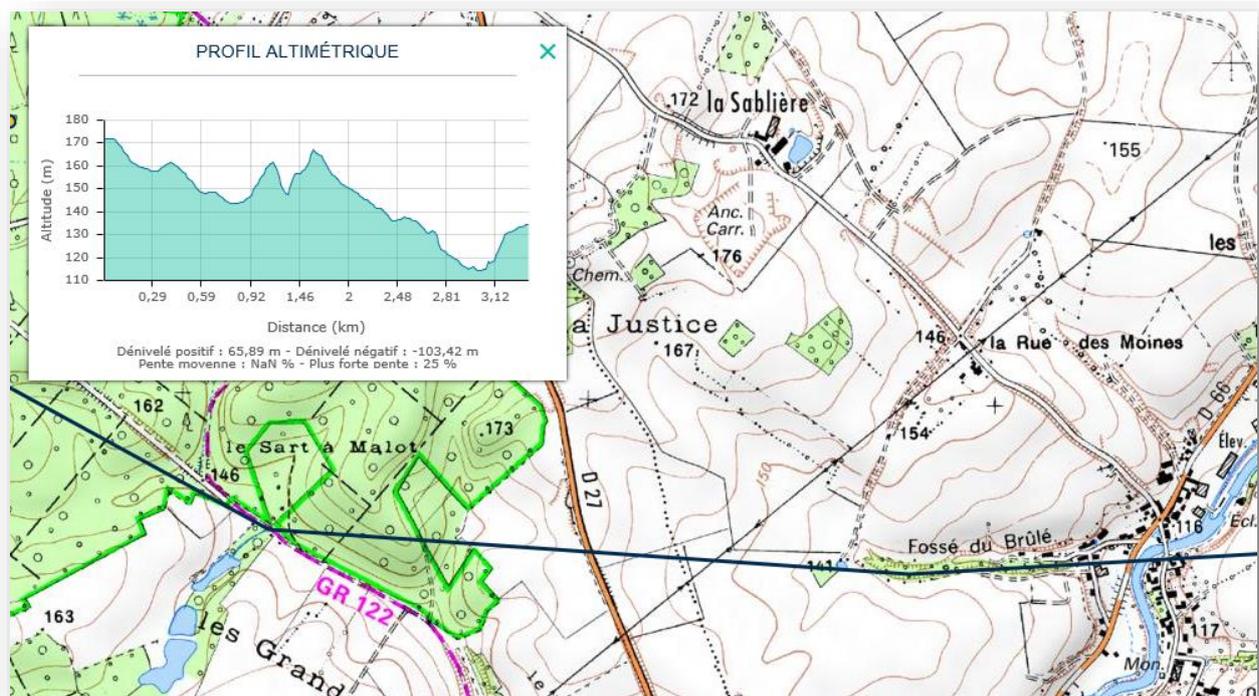
Coniacien basal, craie grise beige assez dure, absence de silex. Epaisseur d'une dizaine de mètres.

Coniacien moyen et supérieur, Craie tendre et gélive, sans silex, contenant parfois de la marcasite (donnant des couleurs verdâtres) et des plaquettes de calcite cristallisée. L'ensemble a une épaisseur d'une trentaine de mètres.

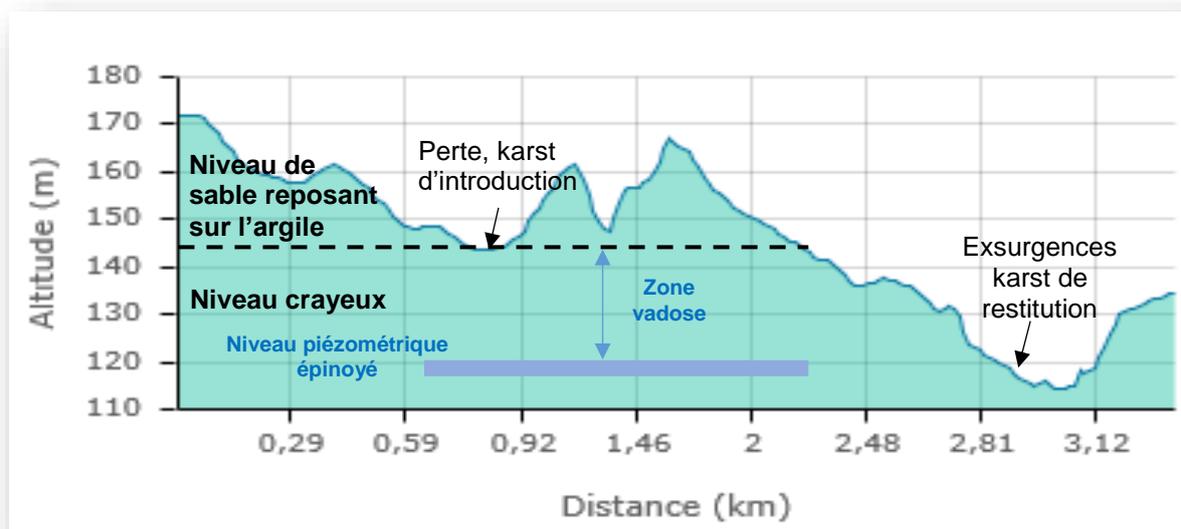
A noter que durant la désobstruction, nous étions au contact d'une craie dure jaunâtre sans fossiles, sans silex et avec trace de cristallisation. De plus, la craie ne semblait pas trop subir les effets du gel. Par ailleurs, le sentier qui monte à la perte est empierré de silex et l'on retrouve également des silex au niveau du lavoir d'Hannapes

DESCRIPTION DU BASSIN D'ALIMENTATION DE LA DOLINE EN ZONE PRE-KARSTIQUE

Les zone sommitales du bois d'Hannapes sont formée de buttes sablonneuses reposant sur de l'argile (Paléocène sup. Landénien (Thanétien)). L'aquifère des sables au contact de l'argile sourd en surface. Ces écoulements d'eaux au contact de l'argile tracent des talwegs plus ou moins actifs, convergeant vers des dolines partiellement colmatées dans lesquelles les ruisseaux disparaissent sous terre au contact de la craie.



5) Position du profil altimétrique sur le plan



6) Coupe géologique sommaire

ÉCOULEMENT EN GRAND ET SUSPICION DE SYSTEME KARSTIQUE

La craie est une roche perméable en grand cependant elle peut se colmater :

- en surface, au niveau du karst d'introduction et notamment à la doline perte du Sart à Malot (z : 145m) par des éléments de craie gélifaturés et d'altération qui sont cimentés de limons argileux entravant partiellement l'écoulement en grand,
- en profondeur, le karst colmaté correspondant à l'écoulement interstitiel sous-jacent au karst épinoyé

L'écoulement interstitiel du karst colmaté en profondeur correspond plus ou moins aux isopièzes (cf 7) carte Niveaux piézométriques). Le niveau piézométrique varie au cours de l'année selon le régime de précipitation météoriques. La précision piézométrique diffère selon la densité de points de contrôle (puits, forage, cavités naturelles...) et aussi selon la pertinence de la méthode d'interpolation.

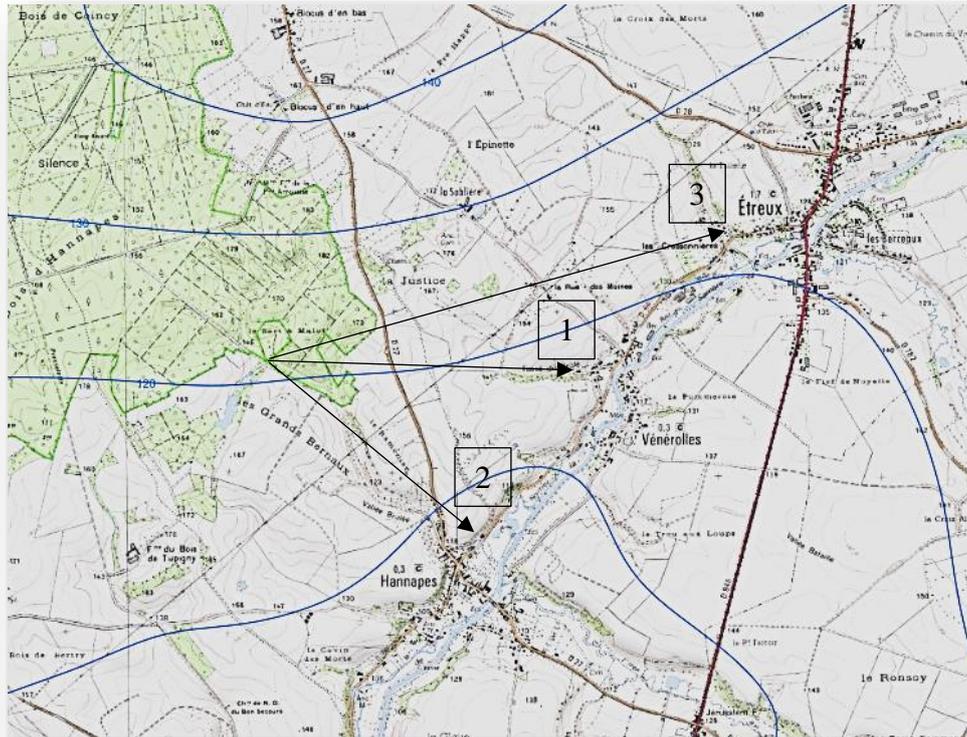
Entre la zone du karst d'introduction et la zone du karst colmaté ou noyé, il existe une zone vadose et épinoyée d'écoulement en grand à potentiel karstique qui fait l'objet de nos investigations spéléologiques.

MISE EN EVIDENCE DES EXSURGENCES DU SYSTEME KARSTIQUE DE RESTITUTION

Au cours de nos reconnaissances dans le secteur, nous avons remarqué 3 points de sortie d'eau. Ces exsurgences peuvent être en relation avec notre Karst d'introduction, à savoir (Cf.7) Niveaux piézométriques).

1. sources du fossé du brûlé (z : 115m et 110m, distance : 2km),
2. lavoirs d'Hannapes (z : 110m, distance : 1,5km),
3. Fontaine et lavoir des cressonnières (z : 120m, distance : 3km).

Nota : Perte Du Sart à Malot, z : 145m



7) Niveaux piézométriques qui sont les altitudes des profondeurs de la zone saturée en eau du sous-sol crayeux

1) Exsurgences du fossé du brûlé

Cette exsurgence est composée de cinq sorties d'eau. Une vasque maçonnée qui est équipée d'une pompe de relevage pour les agriculteurs locaux et qui reçoit trois arrivées d'eau. Deux autres exsurgences sortent de l'autre côté de la route dans la prairie en contrebas. A noter que même en période de forte sécheresse les exsurgences continuent à couler.



8) Exsurgences du fossé du brûlé. Vasque maçonnée équipée d'une pompe de relevage

2) Lavoirs d'Hannapes

Ce sont les deux plus proches exurgences mais elles sont aménagées en lavoir. Des captages drainant percés artificiellement doivent alimenter les lavoirs. A noter que les arrivées d'eau se tarissent en période de forte sécheresse.



9) Lavoir d'Hannapes

3) Fontaine et lavoir des cressonnières

Ces exurgences sont plus éloignées mais sur un alignement proche des exurgences du Fossé du brûlé.

A noter la Source de la Selle est une exurgence importante mais de prime abord hors bassin captant. Elle est assez éloignée de la perte (environ 10km) et pourrait collecter les eaux des pertes du versant opposé (Nord-Ouest) de la forêt qui en sont moins éloignées.



10) Source de la Selle

A noter que le faible pendage devrait descendre vers le Sud, Sud-Ouest soit un écoulement présumé à contre sens pour les exurgences 1 et 3. Mais par contre, plus ou moins perpendiculairement pour les lavoirs 2. Par ailleurs, il pourrait y avoir un léger ondoisement des du pendage dans cette zone.

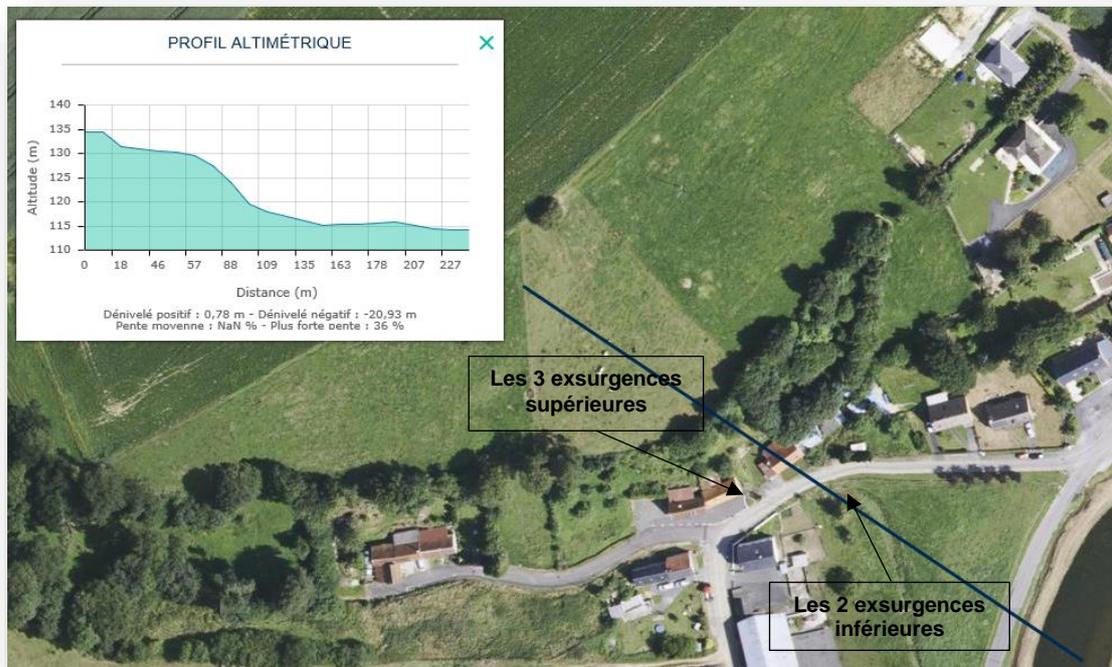
MODELE CONCEPTUEL DU SYSTEME KARSTIQUE DE RESTITUION DU FOSSE DU BRULE

Ce karst de restitution est marqué en surface par trois espaces, à savoir :

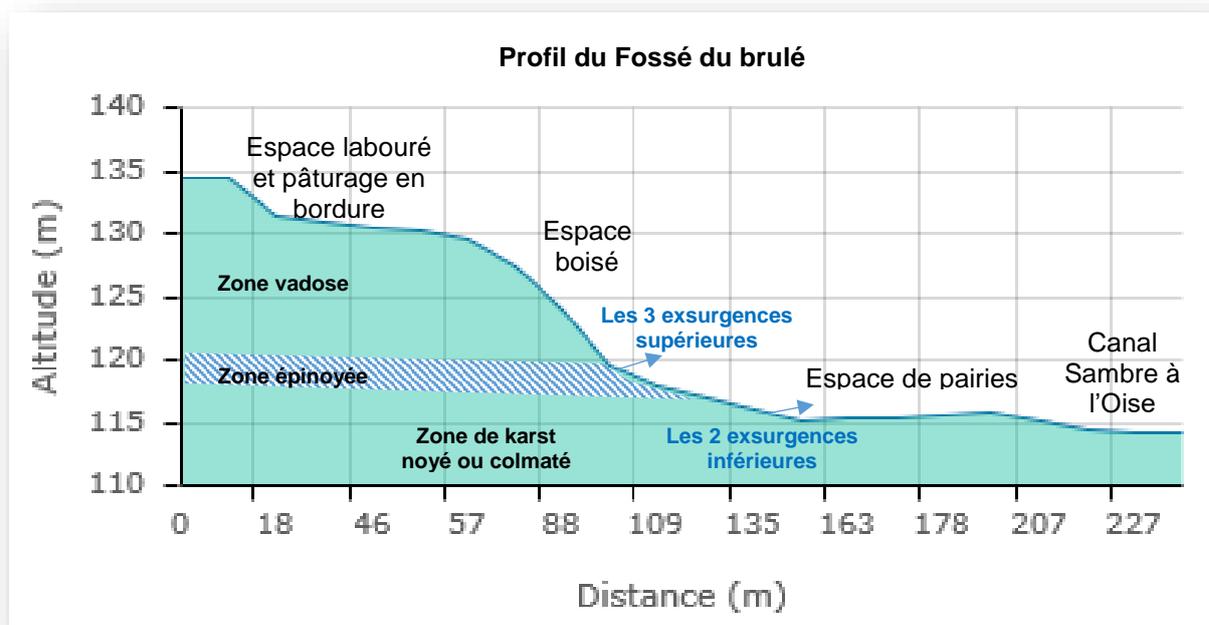
- les parties sommitales d'espace cultivé relativement plane dont le sol s'amenuise en bordure d'escarpement .La zone de contact avec l'escarpement est occupée par des pâtures. Dans cette partie sommitale, le sol repose sur de la craie qui est gélifracturée et altérés par le sol mais qui devient plus compact et en place en profondeur,
- les parties escarpées :
 - Le haut de l'escarpement est un espace de feuillus calcicole marqué par des affleurements de craies gélifracturées et altérés par le sol. Dans cette partie, la craie gélifracturée et altérée est entraînée gravitairement par la pente. La couche est donc moins épaisse et la craie en place est donc plus près de la surface,
 - Le Bas de l'escarpement est également un espace boisé mais une zone de colluvions par accumulation de craies gélifracturées, altérées et de solifluxions des sols,
- La partie basse plane couverte de prairies où Le sol est profond avec une réserve d'eau interstitielle importante à la surface de laquelle apparaissent des mares en période de forte pluviométrie.

Le karst de restitution du fossé du brulé est caractérisé par des exurgences à deux niveaux. On trouve en partie basse, des exurgences correspondant à un aquifère fréquemment colmaté ou noyée impénétrable et à écoulement plutôt interstitiel correspondant à l'aquifère de la partie basse du barrage d'accumulations de craies gélifracturées, altérés et des solifluxions des sols

Les exurgences supérieures correspondraient plus à l'exutoire d'une zone vadose karstique et ou épinoyée. Ces trois exurgence correspondraient à un drainage karstique de la partie haute du barrage d'accumulation de craies gélifracturées, altérés et des solifluxions des sols.



11) Position du profil altimétrique sur la photo aérienne du karst de restitution du fossé du brulé



12) Schéma conceptuel du système karstique de restitution (cf annexe 2) selon profil altimétrique ci-avant

TRACEUR SOLUBLE DANS L'EAU

Il existe plusieurs traceurs mais le plus utilisé est l'Uranine (fluorescéine).

Synoptique de traceurs

Nom du traceur	Excit.	Emis.	Solubilité	Seuil détection	Couleur	Visibilité à l'oeil	Dégradation	Adsorption	Interférences
Uranine	491 nm	515 nm	600g/L à 20°C	0,001 µg/L	Vert jaune	50 à 100 µg/L	UV; pH<7; micro-organismes oxydants	Faible	Eosine
Acide Amino G	345 nm	452 nm	Très faible	0,1 µg/L	Bleu pastel	Invisible	UV ; Oxydants	Moyenne à forte	Tinopal CBS-X; Naphtionate
Sulforhodamine B	565 nm	585 nm	50 g/L	0,01 µg/L	Rouge Fuschia	>500 µg/L	Oxydants	Moyenne	Sulfo G
Sulforhodamine G	532 nm	552 nm	5 g/L	0,01 µg/L	Rouge orangé	>500 µg/L	Oxydants	Moyenne	Sulfo B
Eosine	513 nm	537 nm	320 g/L	0,008 µg/L	Rouge	250 à 500 µg/L	UV; Oxydants; pH < 5	Faible	Uranine
Naphtionate	320 nm	420 nm	240 g/L	0,1 µg/L	Bleu pastel	Invisible	UV; pH<4 ou >10, oxydants micro-organismes	Moyenne à forte	Tinopal CBS-X, Acide amino-G
Tinopal CBS-X	350 nm	435 nm	25g/L	0,1µg/L	Bleu pastel	Invisible	UV; oxydants; pH < 7	Moyenne à forte	Naphtionate, Acide amino G
Iodure de Potassium	VOIR FICHE TECHNIQUE								

Source : Cetrahe - BRGM InfoTerre - Mars 2010

Dans notre zone karstique, on ne peut atteindre directement la zone du Karst vadose ou épinoyé. L'injection se fait dans une perte en forme de doline qui est un regard sur la zone karstique. Pour éviter la contamination de la périphérie de la doline d'injection, nous utiliserons une solution mère diluée qui est obtenue à partir d'une poudre préalablement dissous hors site.

CHOIX DES QUANTITES INJECTER

La quantité de traceur injecté est importante pour réussir le traçage. Si la quantité est sous-estimée, elle peut mettre en péril le traçage, alors qu'une quantité trop importante peut polluer le site durablement. Nous avons pris des informations sur des traçages dans la zone de la grotte de Trépail (Marne). Selon DEVOS et LEJEUNE (2006) dans ce réseau les eaux sont rapides et concentrés avec des vitesses de 58 à 85 m/h.

La formule ci-dessous permet de définir des ordres de grandeur et de contrôler la plausibilité des quantités envisagées selon une formule empirique du guide pratique n°3 utilisation de traceurs artificiel en hydrologie :

$$M = \alpha \cdot L \cdot A$$

Avec :

- M = masse en g
- α = facteur de correction du traceur en g/m (uranine 1)
- L = distance en ligne droite en m
- A = facteur d'ajustement(a)

(a) Aquifère karstique :

- en général, A = 0,2 à 1

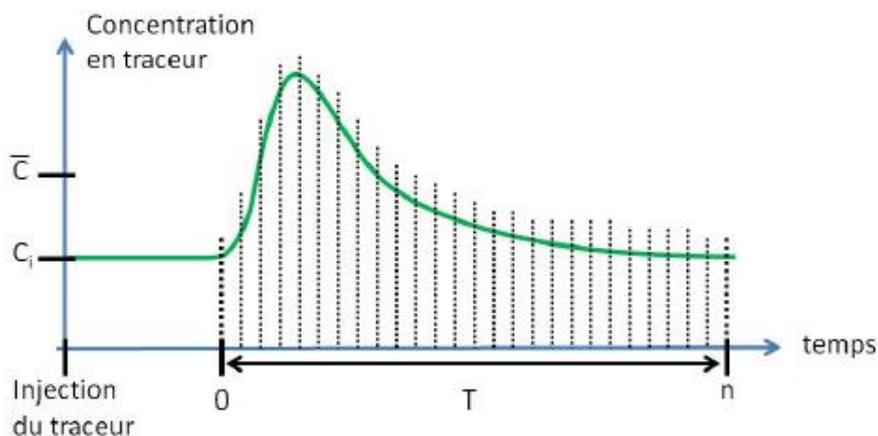
soit $M = 1 \cdot 2000\text{m} \cdot 0,75 = 1500\text{g}$ de fluorescéine

METHODE THEORIQUE D'UTILISATION DU FLUORIMETRE GGUN

Le passage de la concentration moyenne (\bar{c}) à l'exurgence durant le temps T est représentée par l'intégrale :

$$\int_0^n c \cdot dt = \bar{c} \cdot T$$

Concentration C du traceur (kg/m^3) au temps t (en seconde) varient de 0 à n .



Selon le principe de conservation des masses entre le point d'injection et de mesure :

$$Q = \frac{M}{\int_0^n c \cdot dt}$$

M = masse de traceur injecté (kg) ;

T = débit exurgence (m /s)

L'équation devient :

$$Q = \frac{M}{C \cdot T}$$

Si le traceur est en solution, la masse injectée s'écrit :

$$M = \text{Vol} \cdot C_0$$

Vol = volume du traceur

C₀ = la concentration

Soit :

$$Q = \frac{\text{Vol} \cdot C_0}{C \cdot T}$$

Traçage hydrologique FLUORESCÉINE SODIQUE

 Les applications

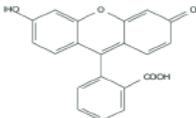
Dans le domaine de l'hydrologie, grâce à sa sensibilité de détection et sa faible tendance à l'adsorption, la fluorescéine sodique est utilisée très couramment pour cartographier les cours d'eau souterraines, pour la vérification de liaisons hydrauliques, les études de transit et de temps d'écoulement, les mesures de débit de rivière, études de cheminement des eaux d'infiltration, contrôle d'étanchéité de couches, la simulation d'épandage de substances liquides...

Elle est également utilisée pour réaliser divers diagnostics de réseaux et canalisations, la détection de fuite des toitures et terrasses, comme repère colorimétrique dans le domaine de la sécurité maritime, pour la coloration de produits chimiques et d'entretien, pour le ressuage industriel, les études comportementales des insectes et animaux, le domaine médical, la décoration aquatique, les expertises de dommage...




Nom chimique	Fluorescéine sodique, uranine, qualité extra
Présentation	Poudre : rouge brun / Liquide : Vert Jaune
Numéro CAS	518-47-8
Numéro EINECS	208-253-3
Color Index	Acide Yellow 73, CI 45350
Longueur d'onde émission/excitation	491nm - 515nm
Sueil de détection	0,001 mg/l
Visibilité à l'oeil	50 à 100 µg/L
Solubilité	Très bonne - + de 500 g/l
Dégradation	UV; pH < 7; micro-organismes oxydants
Adsorption	Faible
Interférences	Eosine

Produits	Références	Prix Unitaire HT
Fluorescéine extra 250g	FLUO250	39,90€
Fluorescéine extra 1kg	FLUO1000	72,00€
Fluorescéine extra 5kg	FLUO5000	330,00€
Fluorescéine 5 litres 300g/L	FLUOCONC-5L	180,00€
Fluorescéine vrac fût 25kg	FLUOV-25	SUR DEVIS
Fluorescéine solution 10% bidon 1L	FLUO10S-1B	SUR DEVIS
Fluorescéine solution 10% bidon 5L	FLUO10S-5B	SUR DEVIS



TECHNIQUE D'ANALYSE D'APPAREIL DE MESURE CONTINUE

Les concentrations du traceur fluorescent sont mesurées sur place avec des fluorimètres à filtre ou à fibre optique. La fluorescence du traceur est détectée par une source lumineuse transmise à une cellule optique. Le seuil de détection optique est de l'ordre de 0,05 µg/l ou ppb. Ces appareils portables mesurent directement immergés dans l'eau et enregistrent en continu au moyen d'un acquéreur de données.

L'acquisition des données est effectuée directement sans possibilité de répéter au laboratoire les mesures et son moins précises qu'au spectro-fluorimètre mais les risques de contamination dans les manipulations sont absents.

Ces fluorimètres à immersion directe en rivière ou en source sont reliés par câble à un boîtier étanche contenant l'acquisiteur de données et les batteries. Le boîtier peut se connecter par la suite à un PC pour récupérer des données. D'autres appareils sont prévus pour être descendu dans les forages.

La cellule optique du fluorimètre de GGUN (annexe 3) mesure le signal de fluorescéine sous forme de tension en millivolt (mV) transmise par la cellule photoélectrique qui est transformée en C (kg/m³) :

$$C = mV \cdot \alpha \cdot C_0 \quad \alpha = \text{Coefficient d'étalonnage en ppb}^*/mV$$
$$C_0 = \text{en kg/m}^3.$$

*ppb partie par milliard, 1 PPB = 0,000000001 = 10⁻⁹

PREPARATION DE LA SOLUTION MERE ET DE LA SOLUTION ETALON

La solution mère est préparée hors site pour éviter les contaminations en fluorescéine des lieux de traçage.

La solution mère, composée de 1,5 Kg d'uranine (fluorescéine), est diluée dans 10 litres d'eau provenant de l'exsurgence pour compenser le bruit de fond éventuel. Le bruit de fond résulte d'une concentration de fluorescéine latente naturelle ou chimique contenu dans l'eau de l'exsurgence.

$$\text{Soit } C_0 = 150\text{g/l}$$

La solution étalon est préparée à l'exsurgence dans un bidon de 60l avec un large couvercle pour y plonger le fluorimètre pour l'étalonnage ultérieur.



Dans le bidon de 60l est versée la solution mère à laquelle est additionné 20l d'eau provenant de l'exsurgence. La solution étalon ainsi obtenue est de :

$$C_1 = 150\text{g} / 30\text{l} = 5\text{ g/l} = 5000\text{mg/l} = 5 \cdot 10^3\text{ ppm} = 5 \cdot 10^6\text{ ppb}$$

Sachant que 1mg/l ou 1mg / kg = 1 ppm

Pour l'étalonnage du fluorimètre, connecter le PC portable au datalogger. Dans le dossier du logiciel « Fluo » ouvrir le fichier : serial port #9 ? Dernière ligne = 0 (with diatalogger)

sur le PC	Lancer Fluo (version 27.2) → conductimeter = NO sampling : 0 0 2 (=2 secondes) cocher 1 traceur (uranine) en haut et pas de turbidité Cliquer " New Acquisition "
sur Datalogger	SR = 0 Interrupteur du datalogger ON

→ Sur le PC les données apparaissent (éventuellement il remet à l'heure : OK)



Après avoir bien essuyé le fluorimètre avec du papier essuies tout, le plonger dans la solution étalon. Laisser se stabiliser les mV à la valeur de la solution étalon C₁ soit 5g/l. ou 0,000005kg/m³. Cette opération terminée, plonger le fluorimètre dans l'exsurgence sans arrêter le datalogger.

INJECTION DU TRACEUR DANS LA PERTE DU SART A MALOT

Le traceur est transporté dans le bidon de 60l hermétiquement refermé jusqu'au point d'injection amont dans les plus brefs délais.

Le dattalogger à une autonomie d'une quinzaine de jour si la batterie est en bon état et suffisamment rechargée. Une seconde batterie peut-être ajoutée dans le boitier du dattalogger.

TRAITEMENT DES DONNEES SUR PC ET COURBE DE DEBIT

Après une quinzaine de jours, rebrancher le PC sur le dattalogger pour regarder la courbe qui s'affiche. Vérifier que la courbe soit revenue à sa valeur initiale avant d'arrêter l'enregistrement du logiciel du fluorimètre et puis appuyer sur le bouton OFF du dattalogger. Il est prudent de vérifier que le fichier soit enregistré automatiquement dans le gestionnaire de fichier et dans faire une copie

Logiciel Fluo (version 27.2)

1- Modifier le fichier disc.f

- remplir les données invariables du site de mesure : station, site...
- remplir les données variables : traceur, masse volumique (en réalité mettre la densité) toujours égale à 1 (même si le traceur en solution n'a pas une densité de 1)

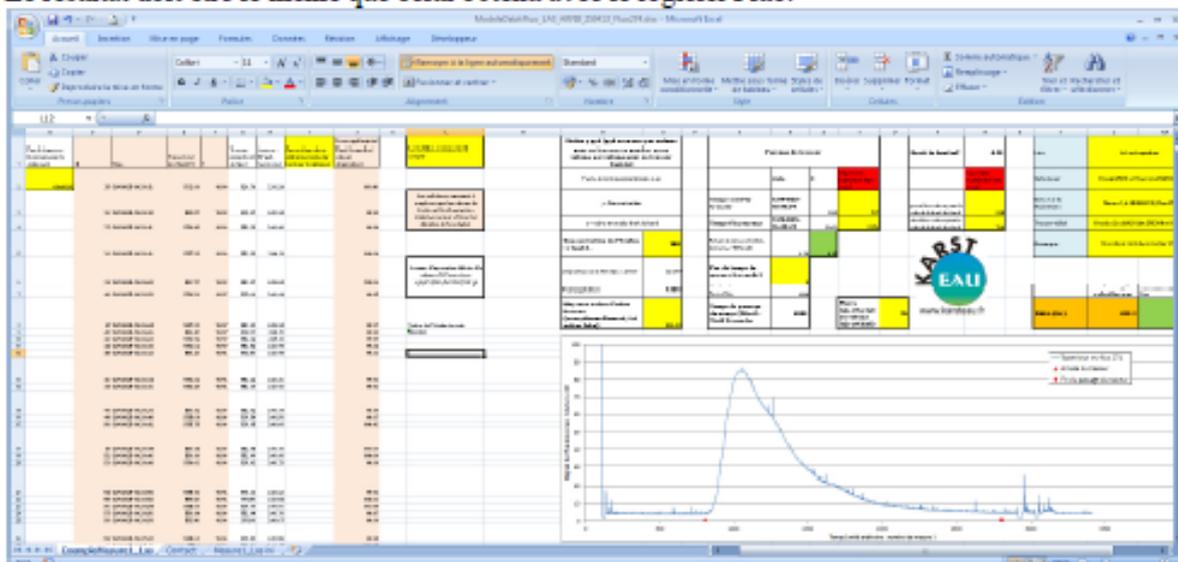
2- Ouvrir Fluo.exe

- Process mv → ouvrir le fichier .mv du jaugeage
 - Remplir les cases en haut de l'écran (nom, date...)
 - Concentration de la solution étalon en PPB (par exemple 300, en utilisant les fenêtres dilutions)
 - Masse ou volume du traceur (pour un traceur en solution rentrer directement le volume, à condition que la solution étalon ait été faite également en volume avec le traceur liquide)
 - Heure d'injection (pour le calcul du temps de transit du traceur)
 - Positionner les pointeurs noir et bleu :
 - ① : aux extrémités du segment de courbe :
 - 1.1 – Bruit de fond avant le passage du traceur, puis cliquer Action – Bruit de Fond – OK
 - 1.2 – Calibration, puis cliquer Action – Calibration – OK
 - ② : au départ et à la fin de la courbe du traceur, puis cliquer Action – Débit
- Le résultat du calcul du débit s'affiche.

- Exporter les résultats dans un fichier word en cliquant "Rapport".

Feuille Excel

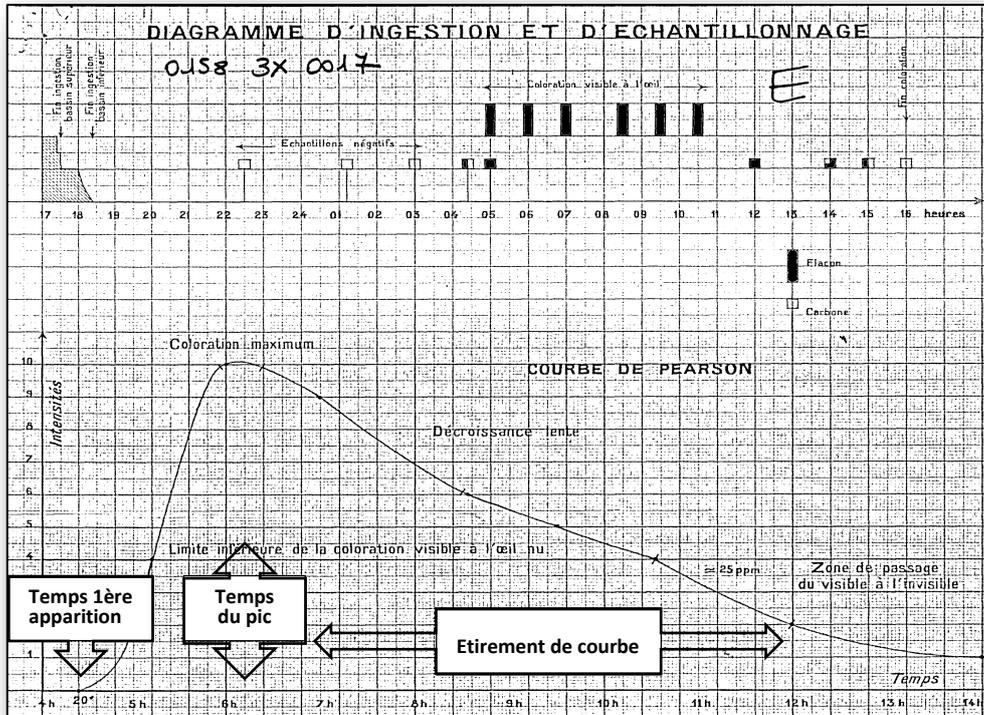
Il est possible de faire les calculs sans le logiciel Fluo, à l'aide de la feuille excel (régression linéaire dans le calcul de la concentration). Les données mV sont copiées dans la feuille (cases en rose), puis les calculs réalisés en modifiant les numéros des cellules dans les formules (cases en jaune). Le résultat doit être le même que celui obtenu avec le logiciel Fluo.



INTERPRETATION DE LA COURBE DE RESTITUTION

La courbe de restitution représente la concentration du traceur et la forme de la courbe est un indicateur important sur les caractéristiques du karst, à savoir :

- Le temps de la première apparition, s'il est limité cela indique que l'écoulement s'effectue essentiellement dans un collecteur karstique sans diverticules avec une bonne pente et sans trop rétention dans le karst noyé.
- Le temps du pic et l'étirement de courbe est un indicateur sur la dispersivité avec d'autres lignes de réseaux ou sur les retenues d'eau (vasques, bassins...).

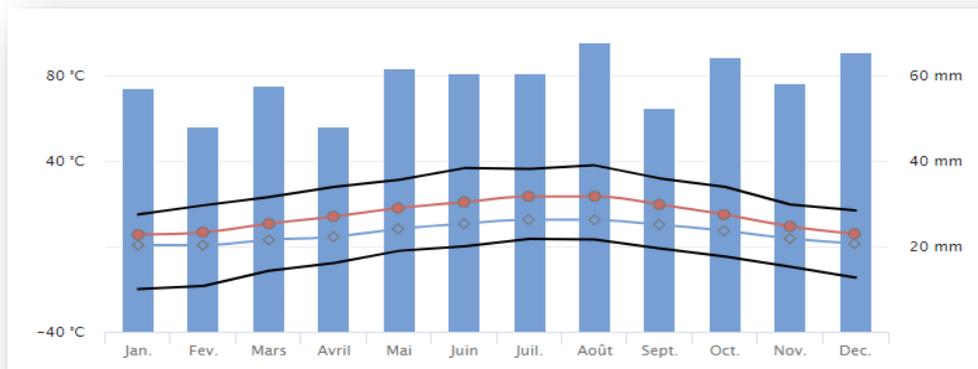


13) Grotte de Trépail
Prélèvements et analyse au spectro-fluorimètre et courbe de restitution

CHOIX DE LA PERIODE D'INJECTION DU TRACEUR

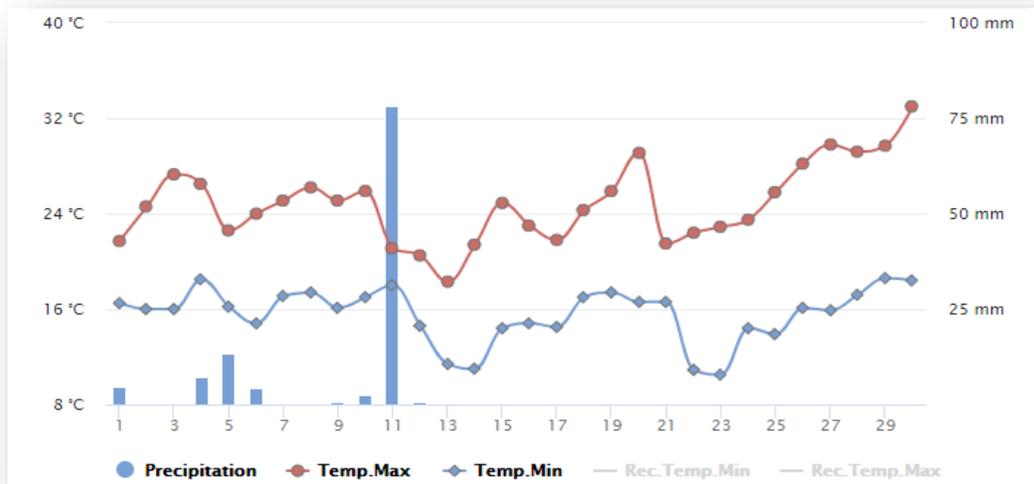
Les données ci-dessous de hauteur de précipitation de la station météorologique de saint Quentin sur la période 1981 à 2010 indiquent des hauteurs pluviométriques assez constantes sur l'année

Données climatiques de la station				
Normales mensuelles - Saint-Quentin				
	Température Minimale	Température Maximale	Hauteur de Précipitations	Durée d'ensoleillement
	1981-2010	1981-2010	1981-2010	1991-2010
Janvier	0,6 °C	5,5 °C	57,2 mm	68,0 h
Février	0,6 °C	6,6 °C	48,0 mm	75,0 h
Mars	3,0 °C	10,6 °C	57,7 mm	128,3 h
Avril	4,5 °C	14,0 °C	48,1 mm	174,8 h
Mai	8,2 °C	17,9 °C	61,6 mm	198,7 h
Juin	10,6 °C	20,7 °C	60,6 mm	203,5 h
Juillet	12,5 °C	23,4 °C	60,6 mm	208,2 h
Août	12,4 °C	23,4 °C	67,9 mm	206,6 h
Septembre	10,1 °C	19,6 °C	52,5 mm	162,1 h
Octobre	7,3 °C	14,9 °C	64,4 mm	116,9 h
Novembre	3,6 °C	9,3 °C	58,4 mm	66,7 h
Décembre	1,3 °C	5,9 °C	65,6 mm	51,1 h

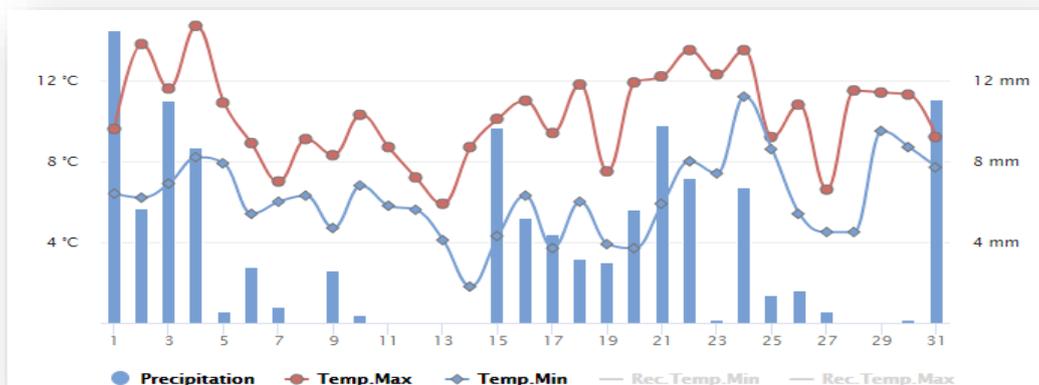


14) Normales mensuelles des précipitations de 1981 à 2010 à St Quentin (Aisne)

Nonobstant la période estivale de basses eaux est souvent entrecoupée de fortes précipitations subites pouvant avoir des incidences sur les eaux météoriques karstiques en produisant des crues ce qui génère des effets de dent de scies et d'étirement sur la courbe de restitution surtout si le drainage karstique est marqué par des rétentions d'eau (marmites, vasques ...) qui garderont le traceur et le lâcheront à chaque crue.



15) Précipitations types en période estivale



16) Précipitations types en période hivernale

Il semble préférable d'attendre la fin de la période hivernale afin que la nappe sablonneuse du bassin amont d'alimentation de la perte doline puisse monter en charge et assurer un niveau plus constant dans la zone karstique crayeuse.

LES FILTRES A CHARBON ACTIF (fluocapteurs)

Cet équipement est peu onéreux, néanmoins il doit résister aux crues et aux vols. Il permet d'acquérir des traces sur une durée importante mais sans indiquer les moments de restitution (apparition, pic, étirement de courbe) et les quantités restituées. C'est un complément pouvant améliorer l'étendue des informations.

Ces fluocapteurs pourront être installés dans les exurgences d'intérêt secondaire, à savoir :

- aux exurgences inférieures du fossé du brûlé,
- les deux lavoirs d'Hannapes,
- au lavoir des cressonnières.

Un repérage préalable est à prévoir pour reconnaître les sites et préparer les points de fixation



Bibliographie

ROUXEL DAVID Emmanuelle 2002 - Synthèse des études menées sur le bassin versant du champ captant de Couraux (marne).

Alain DEVOS, Olivier LEJEUNE 2006 - Bilan des activités de recherche sur la connaissance des modalités d'introduction et de circulation des eaux dans la zone vadose et de restitution des eaux dans le bassin versant de la Vesle.

SCHUDEL Bernard, BIAGGI Danièle, DERVEY Toni, KOZEL Ronald, MULLER Imré, ROSS Jan-Henning, SCHINDIER Ueli – Groupe de travail traçage de la société suisse d'hydrogéologie SSH 2002 – Guide pratique n°3 Utilisation des traceurs artificiels en hydrologie.

ARFIH Alain 2013 – Note technique : Jaugeage d'un cours d'eau par dilution d'un traceur fluorescent : méthode pour la mise en œuvre des mesures.

Liens des sites utilisés

<http://infoterre.brgm.fr>

<http://www.geoportail.fr>

<http://ww.météofrance.com>

<http://www.sigessn.brgm.fr>

Annexe 1

50.1.18 F 3

B. — INVENTAIRE DES SOURCES

COMMUNE de... VENEUILLES

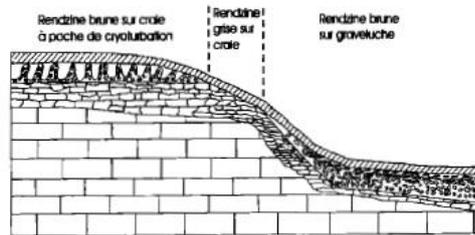
N°... 501

NUMERO D'ORDRE de la source (à reporter sur le plan 1/10000)	DESIGNATION de la source	NOM du propriétaire	COURS D'EAU 'ALIMENTÉ ou bassin	ALTI- TUDE de la source	ASPECT de l'écoulement	RENSEIGNEMENTS géologiques,	ZONE de PROTECTION (Rayon, état des cultures)	CARACTERISTIQUES DE LA SOURCE				OBSERVATIONS PARTICULIÈRES
								Date des observat.	Débit en l/m	Température		
										Air	Eau	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
P5101	Source Communale		Bassin	120	source d'affleurement, aménagée en fontaine		en bordure d'un chemin	19/12/ 46	60	-2°	+10°	
P5102	do			115	source d'affleurement, aménagée en fontaine avec lavoir		do	"	115	-2°	+10°	
P5103	do		de	115	source d'affleurement, aménagée en fontaine		berge de rivière	"	5	-2°	+10°	
P5104	do		l'Église	115	source d'affleurement, aménagée en fontaine		prairie	"	5	-2°	+10°	
P5105	do			110	source d'affleurement, aménagée en lavoir communal		chemin	"	300	-2°	+10°	Debit client l'adduction de Hannappes

Observations générales : La source P5101 aurait en débit suffisant pour alimenter une adduction communale.

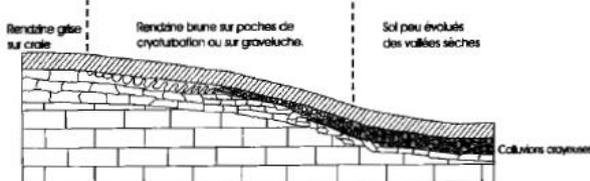


Toposéquence pédologique à pente forte.



Annexe 2

Toposéquence pédologique à pente faible.



Légende :

- Horizon cultivé
- Graveluche
- Encroûtement calcaire
- Poches de cryoturbation
- Craie gélifacée
- Craie en place

Figure 38 - Coupes pédologiques

Annexe 3



Logger



GGUN-FL30

Fluorimètre pour eaux de surface

Diamètre 160 mm Hauteur 170 mm

Usage: Immersion directe en rivière ou source (0-10 m), ou comme fluorimètre de laboratoire pour mesures rapides d'échantillons. S'utilise aussi bien avec des embouts rapides et des tubes de 6 mm. Jusqu'à 4 sources lumineuses couvrent la totalité du spectre optique. Matériau: acier inoxydable.

La sonde se connecte par un câble de signal à 4 conducteurs à un boîtier étanche contenant un acquiiseur de données et 1 à 2 batteries. Le signal est transmis sous forme digitale. Le boîtier peut se connecter à tout PC au moyen de l'interface série. Pour un travail sans surveillance, l'acquiiseur enregistre jusqu'à 4 x 60'000 valeurs et la température de l'eau (précision: 0.1°C) sur sa carte Compact Flash.

Une version récente du datalogger présente les avantages suivants: Affichage LCD sur 2x16 caractères, interface USB au lieu de RS232, carte microSD au lieu de CF, et en option, modem GPRS pour accès aux données par le web.

Annexe 4



Recharge de charbon activé pour filtre (1.5kg 14€)

→ Expertise & Analyses

(Tarifs votés par le CA de l'Université d'Orléans pour l'année 2018.)

Expertise – Conseil

- Participation ingénieur au titre de conseil, terrain, interprétation des résultats et rédaction des conclusions : 710 € HT par jour.
- Frais de déplacement : Facturés sur la base du taux de remboursement administratif de l'Université.

Expertise analytique

- Recherche des traceurs fluorescents par spectrofluorimétrie
Spectrofluorimètre Hitachi F-7000
Mesure des concentrations : 6,00 € HT par traceur et par échantillon (tarif valable pour tous les traceurs fluorescents).
- Réalisation de la courbe d'étalonnage avec le produit traceur utilisé : 43,00 € HT par traceur.
- Réalisation de spectres d'excitation et d'émission : 2,00 € HT par spectre.
- Analyse de traceurs fluorescents dans les détecteurs au charbon actif (fluocapteurs)
Extraction + analyse spectrofluorimétrique : 17,25 € HT par fluocapteur pour 1 traceur (4 € par traceur supplémentaire).
- Fourniture de fluocapteurs : 5,50 € HT par fluocapteur.
- Réalisation de spectres « 3D » (double balayage excitation-émission) en spectrofluorimétrie (présence de traceurs ou d'autres composés fluorescents, caractérisation des matières organiques dissoutes...) : 11,75 € HT par spectre.
- Recherche et mesure de concentration de traceurs ioniques par chromatographie ionique
Thermo Scientific (DIONEX) ICS900 (anions)
Thermo Scientific (DIONEX) ICS1100 (cations)
Recherche et dosage d'ions (bromures, chlorures, iodures, lithium) : 6,50 € HT par traceur ionique et par échantillon ; 13,00 € HT par série ionique (anions ou cations) et par échantillon.
Dosage d'autres anions et cations sur demande.
- Réalisation de la courbe d'étalonnage avec le produit traceur utilisé : 43,00 € HT par traceur.
- Dosage du P total : 20,00 € HT par échantillon.
- Réalisation de spectres en spectrophotométrie d'absorption moléculaire (couleur naturelle des eaux, présence de produits colorants...)
Spectrophotomètre Hitachi U-1900 : 10,00 € HT par spectre.
Dosage d'ions sur demande.
- Prétraitement des échantillons avant analyse (filtrations, dilutions) : 4,25 € HT par échantillon (2 € par prétraitement supplémentaire).

Mise à disposition d'appareillage scientifique (Transport et assurance du matériel à la charge de l'emprunteur.)

- Fluorimètres de terrain GGUN-FL30 (2 appareils, programme de transfert fourni, ordinateur non fourni) : 220,00 € HT par fluorimètre et par semaine ; 550,00 € HT le mois.
- Préleveurs automatiques ISCO 24 flacons (10 appareils) : 90,00 € HT par préleveur et par semaine ; 290,00 € HT le mois.
- Fourniture de flaconnage pour préleveurs :
 - Lot de 24 flacons de rechange pour préleveur : 90,00 € HT le lot.
 - Boîte de 25 flacons de 30 mL en verre brun prêts à l'emploi pour la relève du préleveur : 19,00 € HT la boîte.