2020

GIPEK

Sommaire :

- *Introduction, rappel, études préalables, dossier de présentation, avis de traçage* — *P 2*
- *Avant l'injection, mise en place fluocapteurs, prélèvement eau, fluorimètre de terrain* — *P 4*
- *Utilisation de sondes Reefnet, une option à ne pas négliger* — *P 8*
- *Injection du ou des colorants* — *P 9*
- *Surveillance (relevés) quotidienne et hebdomadaire* — *P 10*
- *Analyses au fluorimètre de laboratoire* — *P 11*
- *Restitution du fluorimètre de terrain* — *P 14*
- *Traitement des données et compte-rendu* — *P 15*
- *Nettoyage de matériel* — *P 16*
- *Annexes : A : exemple lettre avis de traçage, B : valorisation des données du fluorimètre Ggun, C : emprunt matériel à la CoS FFS* — *P 17*

Recommandations et conseils en vert dans le texte

INTRODUCTION

Un essai de traçage, en milieu souterrain, consiste à injecter un traceur (tel que la rhodamine ou la fluoréscéïne) en un point de l'aquifère (perte, puits, rivière souterraine,...) et à mesurer l'évolution de la concentration de ce traceur dans l'eau en un point de prélèvement (puits, piézomètre, source, résurgence) au cours du temps. l'objectif premier est de connaitre le milieu récepteur des eaux infiltrées en un point.

La réalisation d'essais de traçage en eau souterraine permet, par exemple, d'acquérir les informations nécessaires pour :

- la reconnaissance d'un trajet souterrain

- la reconnaissance d'un bassin d'alimentation

- déterminer la vitesse d'écoulement de l'eau souterraine ou le temps de transfert d'un soluté entre deux points de l'aquifère ;

-évaluer les processus de mobilité de l'eau et des solutés au sein du milieu souterrain et quantifier les

paramètres les gouvernant.

RAPPEL

Une expérience de traçage est une opération d'envergure qui :

- peut durer dans le temps,

- occasionne de nombreux déplacements,

- demande beaucoup de main d'œuvre pendant et après,

- demande une formation minimum pour les procédures et l'utilisation des appareils,

- présente finalement un coût non négligeable.

Pour toutes ces raisons, il est impératif d'avoir un minimum d'organisation tout au long du processus.

ETUDES PRÉALABLES

En milieu karstique, l'eau peut avoir des sens d'écoulement parfois déroutant et difficile à appréhender !

Pour commencer, il faut acquérir une bonne connaissance du secteur en étudiant un maximum d'informations existantes, ainsi que la documentation sur les traçages antérieurs. Quant aux traçages antérieurs, même s'ils n'ont parfois pas une fiabilité satisfaisante par rapport aux critères d'évaluation d'aujourd'hui, ils seront riches d'informations et très utiles pour éviter certains écueils. il y a des colorations récentes moins documentées que des anciennes. Ce mode opératoire tend à y remédier.

Les informations récoltées doivent comprendre l'ensemble des données géographiques, topographiques, géologiques, hydrogéologiques, et anthropiques (usages d'eau, captages, etc..).

Quant aux traçages antérieurs, même s'ils n'ont pas une fiabilité satisfaisante par rapport aux critères d'évaluation d'aujourd'hui, ils seront riches d'informations et très utiles pour éviter certains écueils.

La suite est la reconnaissance du site où le traçage va être réalisé et surtout des points de restitution potentiels (captages, sources non captées, exutoires en eau de surface,…) et accessibilité, mesure éventuelle de débit,… A l'issue de cette visite, il est important de faire un examen de la faisabilité de mise en place des différents dispositifs de surveillance (prélèvements manuels, installation de préleveur automatique, installation de fluorimètre, fixation de détecteurs au charbon actif, …) et d'anticiper les conditions hydrologiques qui peuvent être différentes (et varier) au moment du test.

DOSSIER DE PRESENTATION

L'étude étant réalisée, il est nécessaire de réaliser un dossier pour présenter le projet :

Au GIPEK

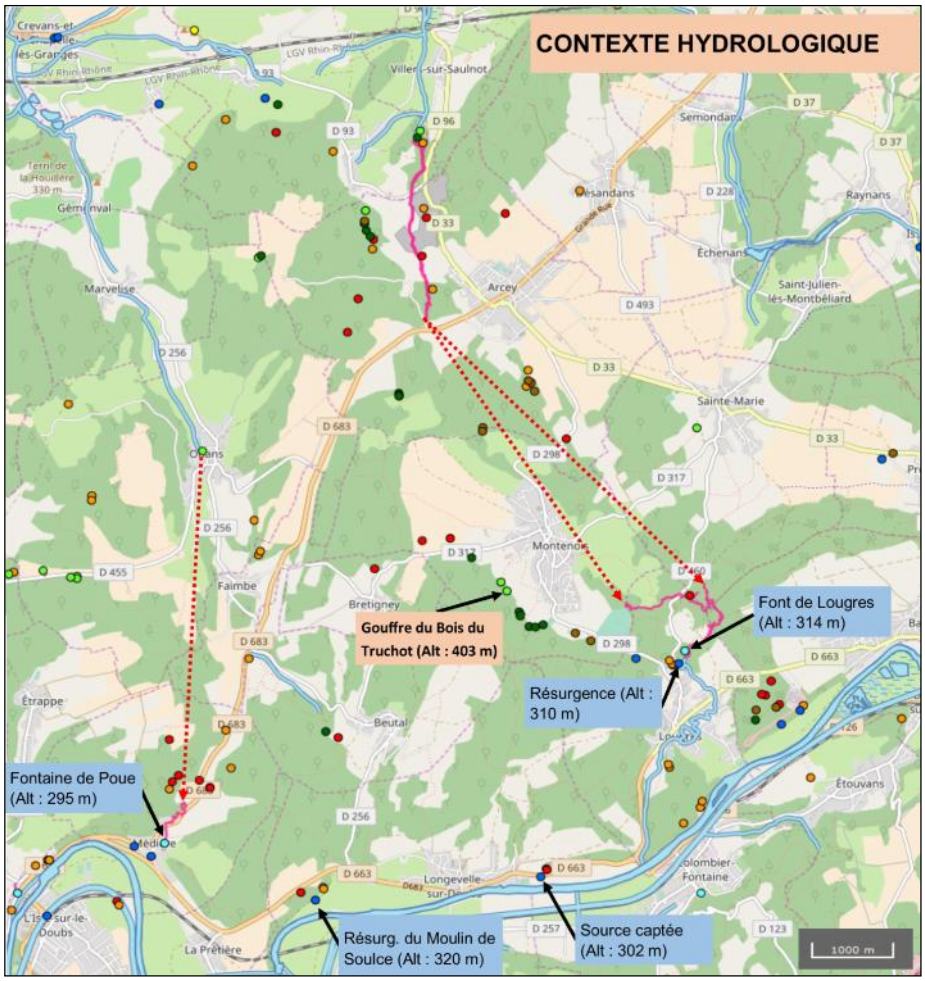
Aux hydrologues

Aux différentes mairies des communes concernées et aux propriétaires susceptibles d'être impliqués,...

Et surtout à nos futurs sponsors et fournisseurs de matériel (FFS, Dréal, Labo, …).

Une carte présentant le contexte hydrologique avec repérage du site d'injection, des sites à surveiller, des traçages déjà existants, du report des topographies des cavités, l'hydrographie, la période prévisionnelle de traçage, l'intérêt de l'expérience (scientifique, pratique, pédagogique…), désignation des responsables (clubs, noms, …)

Exemple de document



AVIS DE TRACAGE

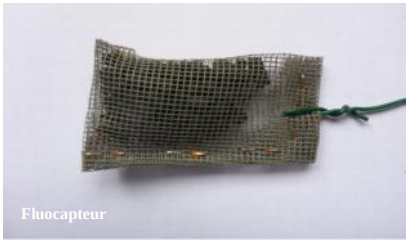
Une fois le dossier validé et le planning de récupération de matériel et colorant nécessaires connu, une période d'injection peut-être envisagée.

Au préalable, quelques jours ou semaines avant l'opération, un courrier doit être transmis aux gendarmeries, communes, DREAL, … afin de les avertir et notamment éviter toute interaction avec d'autres traçages éventuels dans la même zone.

Vous trouverez en annexe de ce document, un exemple de courrier type intitulé : « avis de traçage » (annexe A).

CONFECTION ET MISE EN PLACE DES FLUOCAPTEURS

Avant de procéder à l'injection du colorant, il convient de confectionner des fluocateurs et de les mettre en place. Le capteur permet de concentrer le colorant sur une période longue, ainsi si le pic de réapparition a lieu entre deux prélèvements ou que la restitution est très diluée sur une longue période, le capteur permet de détecter la coloration qui aurait été ratée sur des analyses d'échantillon d'eau.


Fluocapteur

Confection des fluocapteurs

Découper des rectangles de treillis plastique de 100 x 100 mm environ, les plier et les agrafer pour obtenir une petite poche. Verser à l'intérieur environ 3 g de charbon actif et fermer l'ensemble en posant une nouvelle agrafe pour clore.

Treillis plastique

Charbon actif

Agrafeuse et agrafes

Mise en place des fluocapteurs

Sur un fil de fer lesté (par une pierre...) réaliser deux boucles :

La première servira à fixer le fluocapteur hebdomadaire

La deuxième servira à fixer le fluocapteur journalier

Fil de fer (de couleur verte)

PRELEVEMENT D'EAU

Avant de procéder à l'injection du colorant, un prélèvement d'eau à l'aide de petites fioles munies d'un bouchon doivent être effectuées dans toutes les résurgences suivies.

Ces fioles sont à identifier précisément (lieu date) à l'aide des sachets individuels et à conserver précieusement.

Ils représentent « l'état zéro » avant l'injection et pourront servir de référence lors de l'analyse globale (pollution par un autre colorant, etc). Il est également nécessaire de faire un prélèvement d'eau à chaque fois qu'un fluocapteur est récupéré.

Le prélèvement d'eau reste la méthode la plus sûre car il n'y a pas d'ambiguïté sur les résultats. Ils sont effectués à la main avec une fréquence de un par jour, l'analyse et les résultats sont rapides. Ils permettent de connaître la concentration de colorant, Par contre, la limite est qu'il s'agit d'une « photo » d'un instant « t ».

Fioles + bouchons

Sachets plastiques

MISE EN OEUVRE DU FLUORIMETRE DE TERRAIN (page 1/3)

Avant de procéder à l'injection du colorant, un fluorimètre de terrain pourra être mis en place dans la résurgence dans laquelle le colorant est le plus susceptible de réapparaître. Le choix étant le fruit d'une longue et mûre réflexion (cf. § « Etudes Préalables »).

Ces appareils mesurent en continu les concentrations en traceurs dans l'eau.

En annexe C, la liste des fluorimètres de terrain susceptibles d'être empruntés à la commission scientifique de la FFS.

Le lieu de réapparition n'est pas toujours évident à anticiper.

Et on a parfois recours à une coloration en deux fois. La première n'étant que pour confirmer le point de sortie via les fluocapteurs hebdomadaires.

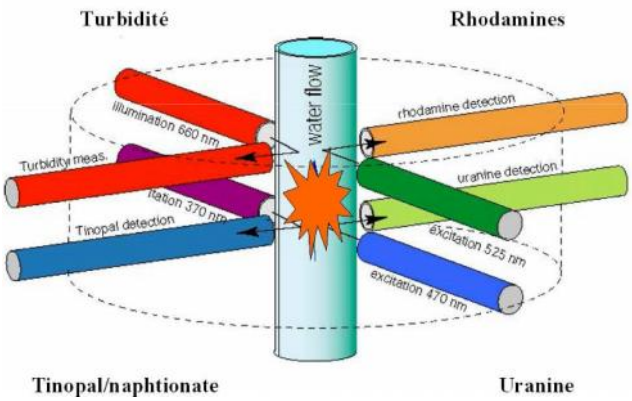
Quelques réserves néanmoins sur les « bi-colorations » : c'est coûteux en colorant & ça sature les aquifère en colorant.

MISE EN OEUVRE DU FLUORIMETRE DE TERRAIN (page 2/3)

Principe :

Le fluorimètre de terrain est un appareil qui permet d'automatiser *in situ* et en continu la mesure du signal de fluorescence dans les eaux. Le traçage des eaux souterraines à l'aide de traceurs fluorescents est une méthode de plus en plus employée.

La sonde, faite en acier inoxydable, est immergée directement en rivière, source ou forage. L'eau à analyser transite à l'intérieur de la chambre optique (tube de verre de section cylindrique). Le système optique se compose de 4 lampes et de 3 photodiodes montées sur 4 axes perpendiculaires et sur 2 étages. Des filtres d'excitation et d'émission de fluorescence équipent chaque axe. Les lampes s'allument à tour de rôle, ce qui permet de mesurer jusqu'à 3 réponses indépendantes (3 traceurs fluorescents préalablement sélectionnés), ainsi que la turbidité de l'eau. La sonde abrite un convertisseur analogue – numérique. Les données sont transmises à l'acquisiteur par un câble de 15 m ou plus. Le signal est transmis sous forme digitale. Le boîtier peut se connecter à tout PC au moyen de l'interface série ou USB.



Fluorimètre de terrain et sa malette

Conseil : Pour se familiariser avec l'appareil et tester sa mise en oeuvre, faire un essai (dans une baignoire ou un grand évier) jusqu'à l'obtention de la courbe de restitution.

Branchement du câble :

Aligner les points rouges sur les connecteurs mâle et femelle puis enfoncer jusqu'au clic de verrouillage.

Connexion du fluorimètre Ggun à la sonde :

MISE EN OEUVRE DU FLUORIMETRE DE TERRAIN (page 3/3)

Précautions d'usage avant d'aller sur le terrain : Attention à bien vérifier l'état de charge des batteries avant la mise en service. Un chargeur est fourni avec le Ggun.

Une batterie tient environ 2 semaines.

Sur le terrain :

* poser le Ggun dans la mesure du possible sur un fond de cailloux. Verticalement.

Une fois que tout est en place, et que les branchements sont faits,

* vérifier que le fluorimètre est bien sur OFF, puis :

* placer une Carte Compact Flash (CCF) dans l'acquisiteur. (La carte doit être préalablement initialisée).

* connecter la batterie de 6 volt (fil rouge = pole positif, sur le bouton rouge)

* sélectionner 1—4 lampes au moyen des commutateurs rotatifs 1—4 . Toujours Enclencher 1 2 3 4 (Ces numéros correspondent aux différents filtres 1=fluo / 2=rodamine / 3=aminogée / 4=turbidité). Rq : sélectionner la lampe 4 (turbidité) de manière à permettre une correction des effets de turbidité.

* sélectionner le taux d'échantillonnage (SR) au moyen du commutateurs rotatif (fréquence d'acquisition de 15 mn par exemple)

* pour allumer, lever ON puis pousser. La lecture des 5 commutateurs rotatifs ne se fait qu'à l'enclenchement de l'acquisiteur.

Au terme de l'essai de traçage, arrêter l'acquisition et récupérer la CCF.

Attention, si vous arrêtez l'acquisition (OFF) puis relancez l'acquisition (ON), les données d'avant l'arrêt sont écrasées et perdues !

En cas de nécessité de changement de batterie, il est donc nécessaire de récupérer les données de la CCF (via un ordinateur) avant de relancer l'acquisition. C'est pourquoi, vérifier la charge des batteries est impérative.

UTILISATION DE SONDES REEFNET LORS D'UN TRACAGE

Il peut être pertinent d'associer les prises de niveau d'eau (sondes reefnet) à des jaugeages. Cela permet de voir si il y a eu des variations de débit pendant la coloration

Les capteurs de pression Sensus permettent la mesure de pression absolue, que ce soit immergé ou émergée. Développés initialement pour les plongeurs, leur usage s'est élargi pour les études ponctuelles d'hydrologie du fait de leur faible au coût au regard de matériel professionnel. Ils mesurent la pression exercée par le milieu, sans compensation des variations de pression atmosphérique (le signal mesuré par ces sondes dans un bac d'eau à immersion constante sera les variations périodiques de la pression atmosphérique et non un signal constant).

Il est intéressant d'utiliser deux sondes. La première est alors positionnée dans l'écoulement. La sonde doit être placée dans des tubes (« puits de tranquillisation » de diam 50 mm). La longueur standard des tubes est de 1m. Le tube est fixé aux parois (spits ou tiges filetées par exemple). La station doit faire l'objet d'un relevé précis de section. Un message pourra être affiché si la cavité est potentiellement visitée. (Exemple *: Ces équipements enregistreront en permanence, merci de ne pas les toucher et de vous tenir à distance des sondes pour ne pas perturber les mesures. Si cette étude vous intéresse, n'hésitez pas à nous contacter* …).

Une seconde sonde est dédiée à la mesure des variations de pression atmosphérique, de manière à avoir des variations de niveau d'eau les plus précises possible.

Recueillir ces données durant tout le processus de traçage, permets d'obtenir les débits précis et la vitesse à laquelle le colorant réapparait. Dans la mesure du possible, une corrélation avec les données des stations hydrologiques automatisées concernées, peut être effectuée.

Remarque : Les capteurs de pression nécessitent au préalable un étalonnage et inter-calibration entre eux. L'acquisition peut être lancée à raison d'une mesure toutes les 10 minutes.

INJECTION

Une fois les fluocapteurs en place, les prélèvements d'eau (état zéro) ainsi que la mise en place du fluorimètre, il suffit d'attendre que les conditions météo soient favorables pour procéder à l'injection du colorant.

Le procédé le plus simple consiste à vider le colorant (en poudre) dans la perte.

Pour les pertes temporaires, il faudra attendre une période pluvieuse, quelques litres par seconde suffisent.

Si la zone d'injection est sèche, il faudra prévoir d'apporter quelques m^3 d'eau.

RECOMMANDATION : Les colorants utilisés ont un très grand pouvoir de coloration, il faut rester très vigilant pour éviter les risques de pollution avec les capteurs.

Dès réception, emballer les contenants de colorant et les isoler.

Pour l'injection, une seule personne avec combinaison jetable, gants, bottes,… agit et évite de se déplacer vers les points de surveillance.

SURVEILLANCE

Une fois injectés, les traceurs fluorescents sont dilués et deviennent souvent invisibles à l'œil nu.

La surveillance réalisée sur les exutoires potentiels des traceurs permet de savoir où les traceurs ressortent et en quelle quantité.

Niveaux de surveillance :

Comme évoqué précédemment, Il existe deux niveaux de surveillance :

1 - Avec fluocapteur couplé à un prélèvement d'eau (cf. page 4).

qui vont donner des informations « ponctuelles ».

2 - Avec fluorimètre de terrain (cf. pages 5 et 6).

Ces capteurs mesurent en continu les concentrations en traceurs dans l'eau.

Dans certains cas de figure, avec une restitution lente à forte dilution, on peut retrouver une restitution de colorant sur capteur alors que le fluorimetre de terrain n'a "rien détecté ».

Suivis quotidien et hebdomadaire

Chaque jour qui suit l'injection, un relevé des fluocapteurs « quotidien » est organisé et de nouveaux fluocapteurs sont mis en place. A chaque relevé, pratiquer également un prélèvement d'eau à l'aide de la fiole. Le même protocole s'applique pour les fluocapteurs « hebdo » une fois par semaine.

Selon les bassins versants, un grand nombre de kilomètres peuvent être effectués. Il convient en amont de définir un planning de passage quotidien avec une équipe motivée qui pourra se répartir les tâches.

Les fluocapteurs relevés et la fiole d'eau sont ensuite stockés dans des sachets plastiques sur lesquels seront inscrits le lieu, la date,...

Sachets plastiques

La durée de suivi d'une coloration pouvant s'étendre sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines il est important de réaliser une fiche de suivi journalière regroupant les informations nécessaires.

Un exemple de fiche de suivi. Ici la fiche est conservée avec les prélèvements de la journée.

Pour simplifier le suivi, utiliser des acronymes.

COLORATION DU GOUFFRE DU TRUCHOT

Date : 02/02/2020

Rappel : fluocapteur du bas = journalier

Pluie

	Résurgence		Heure	Prélèvement eau	Fluocapteur journalier	Fluocapteur hebdomadaire	Observation
1	Fontaine de Poue	A1J	14h34	X	X		
2	Source du Lavoir						
3	Résurgence du Moulin de Soulce	B1J	14h47	X	X		
4	Source de Longevelle	C1J	14h58	X	X		
5	Résurgence de Lougres	D1J	15h10	X	X		
6	Font de Lougres	E1J	15h15	X	X		
7	Pic 2	F1J	15h40	X	X		
8	Pic 1	G1J	15h46	X	X		+ changement de batterie

Ex : **F1J** - F correspond au gouffre Pic 2 - 1 correspond au 2 février - J correspond à journalier.

ANALYSES AU FLUORIMETRE DE LABO (page 1/3)

Matériel nécessaire pour la restitution

Un fluorimètre de laboratoire

Balance précise

Gants

Tube a essai

Coupelle

Porte tubes

Éthanol

Hydroxyde de sodium

propipette

Pipette graduée de 10 mL

appareil à déshydrater

Organisation

Il est conseillé, au bout d'une semaine ou plusieurs semaines de prélèvement, si aucune sortie de colorant n'a été constatée visuellement, d'analyser en priorité les fluocapteurs hebdomadaires.

Ces analyses permettent de connaître quel a été le point de sortie, si celle ci n'a pas été visible, et d'éviter l'analyse d'une grande quantité de fluocapteurs journaliers, chronophage et sans intérêt scientifique pour l'analyse, sur les points de surveillance qui se révèleraient négatifs.

Si un fluocapteur se révèle positif, réaliser l'analyse de tous les prélèvements d'eau journaliers de la résurgence correspondante pour avoir un premier constat. En parallèle, préparer tous les prélèvements d'eau journaliers de la résurgence correspondante pour analyse et définir la date de passage.

ANALYSES AU FLUORIMETRE DE LABO (page 2/3)

Préparatifs avant l'analyse :

A partir des fluocapteurs, de nombreuses manipulations vont se succéder pendant les analyses. Il est recommandé de la rigueur au niveau des identifications des échantillons.

Les charbons actifs devront être séchés au minimum 8 h à une température de 60°C et à l'abri de la lumière du jour. L'idéal pour cette opération étant un appareil à déshydrater.

Mode opératoire :

Pour gagner un temps précieux, commencer par traiter la 1er série de fluocapteurs hebdomadaires.

Dégrafer un fluocapteur et déposer environ 1,5 g de charbon actif dans une coupelle, après avoir noter sa référence au feutre. Idem pour toute la série, les charger dans l'appareil à déshydrater et lancer le séchage.

Les fluocapteurs avec les charbons restants sont conservés (pourront servir si problème de traitement).

Pendant ce temps, il faut préparer la solution d'alcool de potasse :

Dans un bécher, mélanger 7g de pastilles de potassium avec un peu d'eau jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de solide, puis compléter avec de l'éthanol jusqu'à avoir une solution de 100 mL.

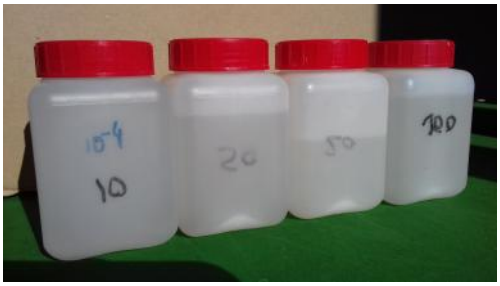
Lorsque les charbons actifs sont secs, il faut en prélever 1 g et le plonger dans un tube à essai contenant 8 mL de solution d'alcool de potasse.

Laisser reposer pendant 4 h, en veillant à ne pas secouer.

Étalonnage du Fluorimètre de labo :

Mettre sous tension le fluorimètre, afin de faire chauffer la lampe pendant 15 à 20 min.

Principe : L'étalonnage se fait en réglant le fluorimètre d'après des solutions de référence connues à 0, 10, 20, 50, 100 ppm.



Commencer par l'éprouvette d'eau déminéralisé correspondant au 0.

Monter SPAN au maximum dans le sens des aiguilles d'une montre

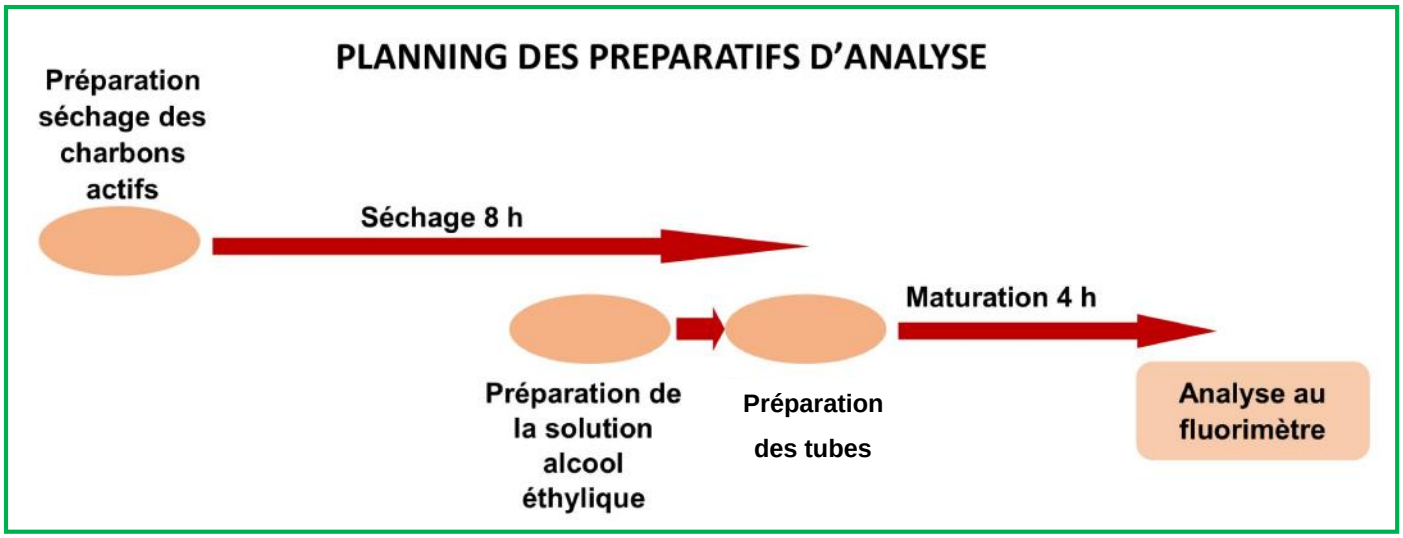
Utiliser le bouton 0, à tourner jusqu'à être à 0 sur l'afficheur.

Puis, remplacer l'éprouvette en place par une solution à 10 ppm

Utiliser les boutons GAIN et SPAN uniquement afin de stabiliser l'appareil à 10 ppm

Idem pour les autres références.

Les solutions utilisées pour l'étalonnage doivent être conservées à l'abri de la lumière.



ANALYSES AU FLUORIMETRE DE LABO (page 3/3)

Protocole d'analyse :

Recommandations : L'analyse des données avec le fluorimètre de labo demande une certaine rigueur.

Le florimètre étant étalonné, les mesures de la concentration des éprouvettes contenant le charbon actif est maintenant possible

Néanmoins, ne pas hésiter à vérifier régulièrement l'étalonnage avec une solution de référence.

Attention, pendant toutes les manipulations des éprouvettes, à ne pas avoir de goutte des solutions sur le rebord ou sur l'éprouvette, qui pourraient fausser les réglages.

Un fichier Excel à plusieurs entrées (voir illustration avec copie de notre fichier), permettra de rassembler les résultats et de limiter les erreurs de transcriptions.

Il est également préférable d'analyser le maximum de prélèvements avec le même réglage afin de garder une homogénéité des résultats.

En parallèle, on procédera à l'analyse de l'eau prélevée en même temps que les fluocapteurs.

Tous les échantillons positifs seront conservés pour d'éventuelles analyses complémentaires.

RESTITUTION DU FLUORIMETRE DE TERRAIN

La récupération et la valorisation du fluorimètre de terrain est sans doute un des moments les plus intenses d'une coloration, et on croise les doigts pour que cela fonctionne ….

Le protocole pas-à-pas décrit en annexe B permet la récupération relativement facilement de données (si la carte a bien tout enregistré !).

Un simple PC et un tableau excel permettront alors d'obtenir :

> les courbes et le taux de restitution

> les temps de transit par calcul

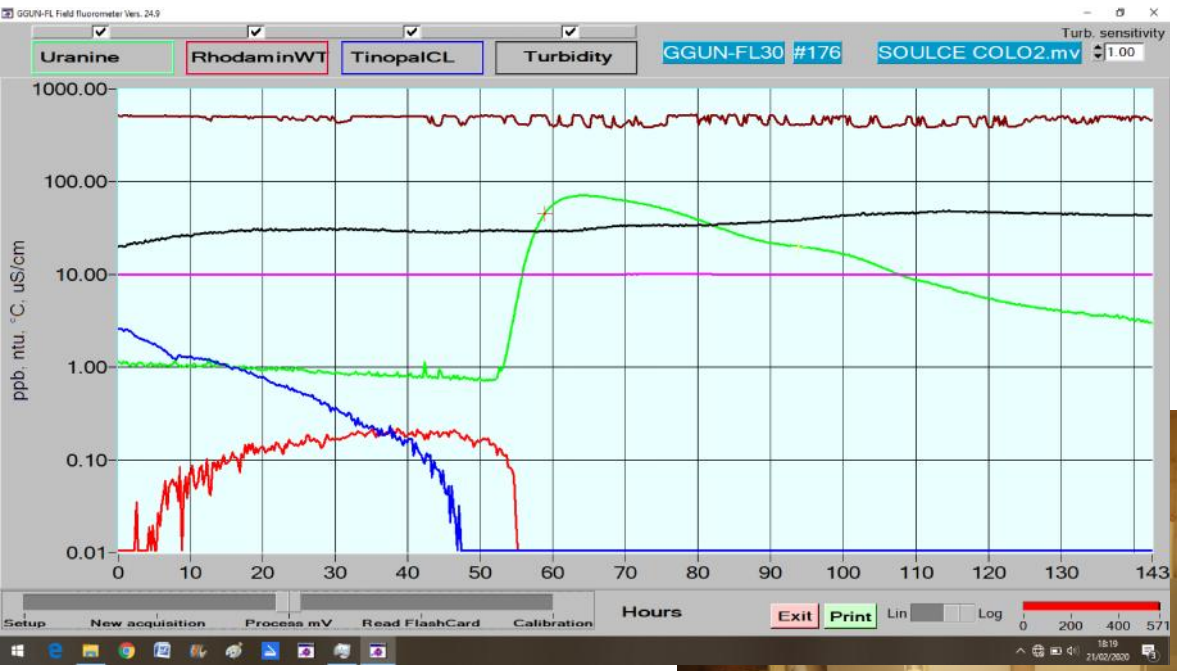
> le pic est-il franc ? (signe d'une coloration réussie)

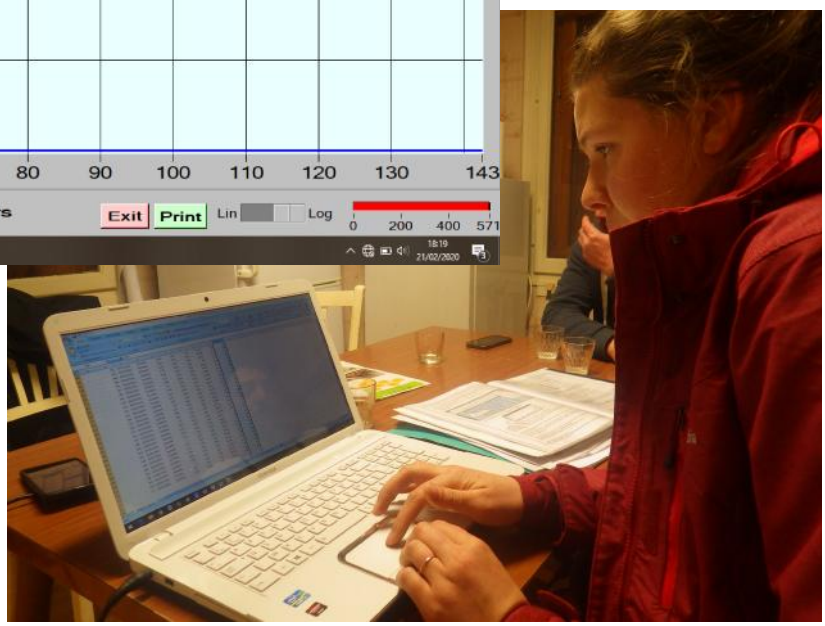
> le temps de montée et de descente

> la turbidité

> les débits (si couplé aux loggers sensus)

> et un tas de données spécifiques à chaque projet !





TRAITEMENTS DES DONNEES ET COMPTE-RENDU

Même si une jolie courbe a été restituée, la coloration est loin d'être terminée !

Il faut se souvenir que tout ce qui n'est pas publié devient dans le temps et très rapidement de la mémoire perdue…

Tant que les mémoires sont encore fraiches et que tout le matériel est toujours disponibles, il convient donc d'enchainer avec : l'analyse des résultats et la rédaction avec les principales conclusions. Un géologue expérimenté peut parfois aider ! Le compte-rendu devra comporter à minima les informations : des points de suivi, de l'intensité de la réapparition (visible, non visible, traces, si uniquement sur charbon, si sur fluorimetrede terrains, ...)

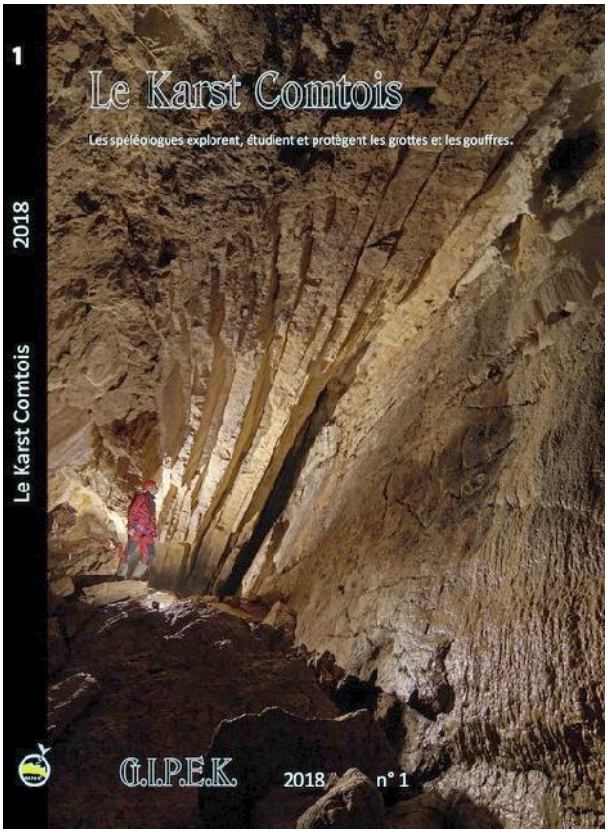
La rédaction du compte –rendu de la coloration, qui pourra se faire en deux phases :

- Un premier compte-rendu « synthétique » pour nos sponsors, les partenaires qui ont prêté le matériel, etc

Sans oublier la presse locale, le bulletin du CDS, etc

- Un second compte-rendu plus conséquent pour des publications plus ambitieuses telles que LE KARST COMTOIS, un bulletin de club pour sa mémoire qui publie tous ses travaux, etc

Et évidemment la mise à jour de BaseKarst !



NETTOYAGE DE MATERIEL

Nettoyage des tubes à essai :

Les tubes à essais peuvent être nettoyés en utilisant des petits écouvillons et à l'aide d'une solution acide (à défaut du vinaigre de ménage), puis convenablement rincés à l'eau claire. Si ils sont rayés, ils sont fichus. Il faut alors s'en servir pour autre chose que le fluorimètre.

Nettoyage de la sonde GGun :

Retirer les deux cylindres chicanes et s'assurer de la mise en place du bouchon de la connectique.

Nettoyer le tube à l'aide de la brosse à écouvillon et de l'eau claire.

Enduire les vis et les joints de graisse silicone avant remontage

ANNEXE A :
LETTRE TYPE AVIS DE TRACAGE

EXPÉDITEUR :

SPELEO CLUB XXX untel….

Tel : XXXXX

email : XXXXX

DESTINATAIRES :

Gendarmeries concernée mairie concernées

DREAL Bourgogne - Franche-Comté - Elodie.RECCHIA@developpement-durable.gouv.fr

AFB Agence Française pour la Biodiversité – Délégation du DOUBS- sd25@afbiodiversite.fr

OBJET : Colorations prévues sur la commune de XXX

XXXXXXXXXXXXX, le XX / XX / XXXX

Madame, Monsieur,

Nous vous informons de la réalisation prochaine d'une coloration destinée à reconnaitre les circulations souterraines, dans le cadre d'une étude hydrogéologique le (date) sur la commune de XXXX (Cavité XXX) ;

Des capteurs vont être placés sur les sources et cours d'eau du secteur (Bassin versant riviere XXX), afin de déterminer le ou les points de réapparition.

Une réapparition visible à l'œil nu des colorants est possible. Les colorants utilisés (fluorescéine verte) n'ont pas d'incidence sur la santé humaine et sur le milieu naturel.

Nous vous serions très reconnaissants de nous signaler rapidement toute observation ou information relative à la coloration inhabituelle des sources et cours d'eau.

Nous restons à votre disposition pour tout renseignement complémentaire.

XXXXXX

Document rédigé par Nicolas LIENART, hydrogéologue et spéléologue au Groupe Spéléologique de Montpéroux (Hérault)

SOMMAIRE

Introduction.....

Chapitre 1 - Récupération des données d'une carte sur l'ordinateur.....

1. Déchargement de la carte mémoire .....
2. Conversion des données en concentration (ppb) .....
3. Affiner la sensibilité des concentrations à la valeur de turbidité.....

Chapitre 2 - Exploitation des données traitées sur EXCEL .....

1. Rapatrier le fichier PPB sur EXCEL.....
2. Prétraitement des données.....

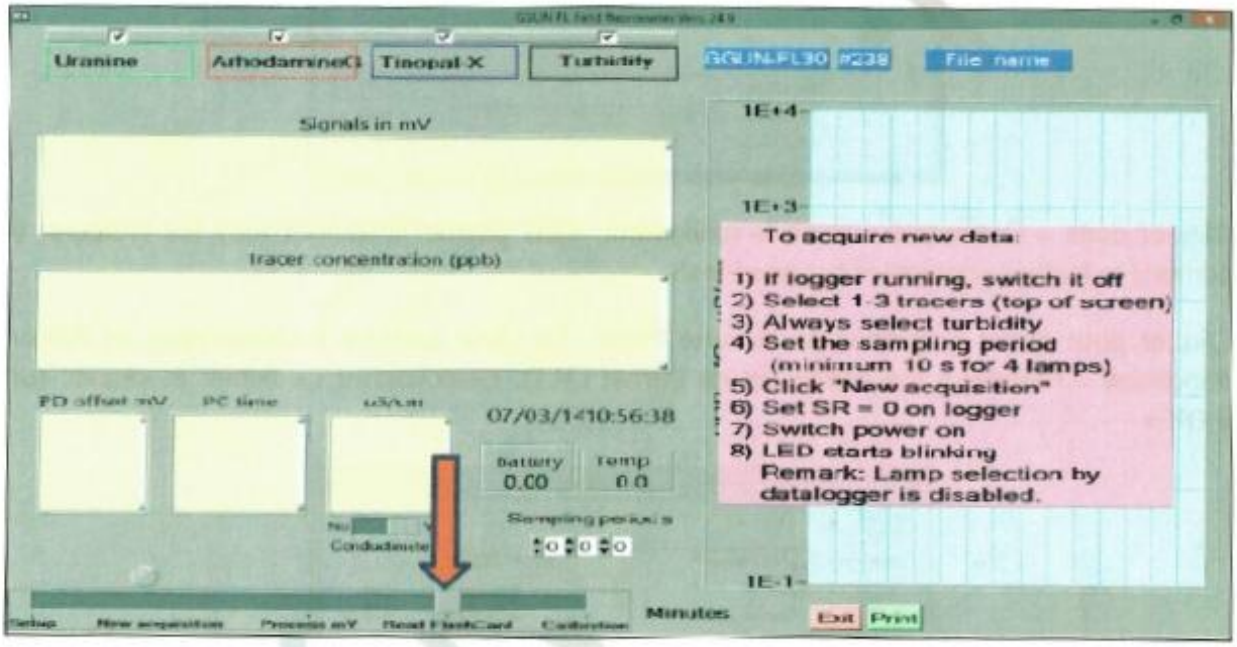
Chapitre 1 - Récupération des données d'une carte sur l'ordinateur

1. Déchargement de la carte mémoire

Insérer directement la carte mémoire dans le lecteur de carte de l'ordinateur s'il est équipé d'un lecteur de ce type de carte, ou bien utiliser un adaptateur. Brancher l'adaptateur sur un port USB. (Ne pas tenir compte de la fenêtre de l'explorateur aussi va s'ouvrir automatiquement)

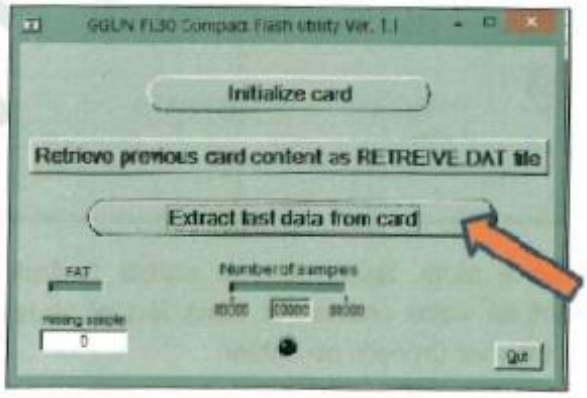
Ouvrir le logiciel FLUO.

Cliquer dans le bandeau gris foncé en bas de la fenêtre juste au-dessus de « Read FlashCard ». Cela va déplacer le curseur.



La fenêtre suivante s'ouvre.

Cliquer dans « Extract last data from card ».



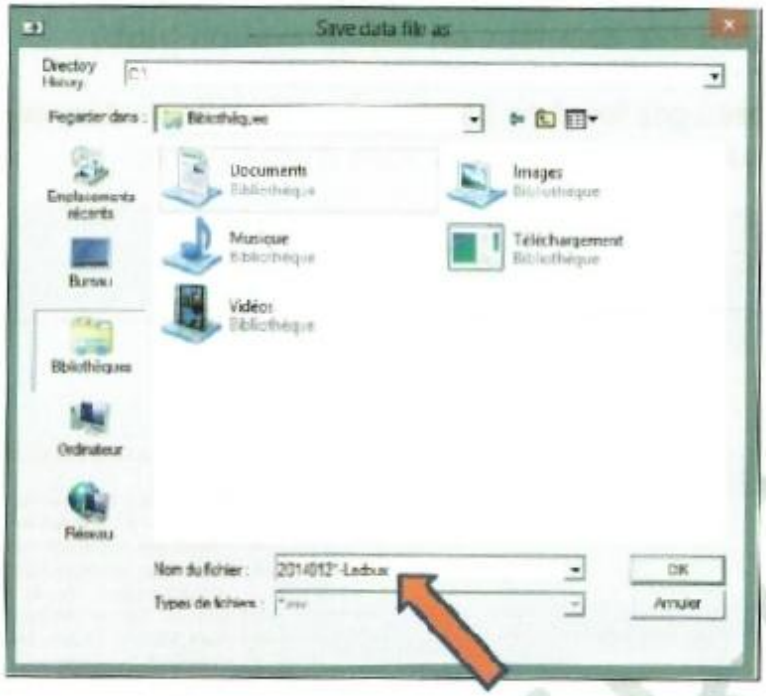
Une fenêtre d'explorateur s'ouvre avec comme entête l'intitulé « Read an existing FLASHCAR file »

Cliquer dans « Ordinateur » dans le navigateur. Cela permet d'afficher tous les lecteurs y compris le lecteur contentant la carte Flash.

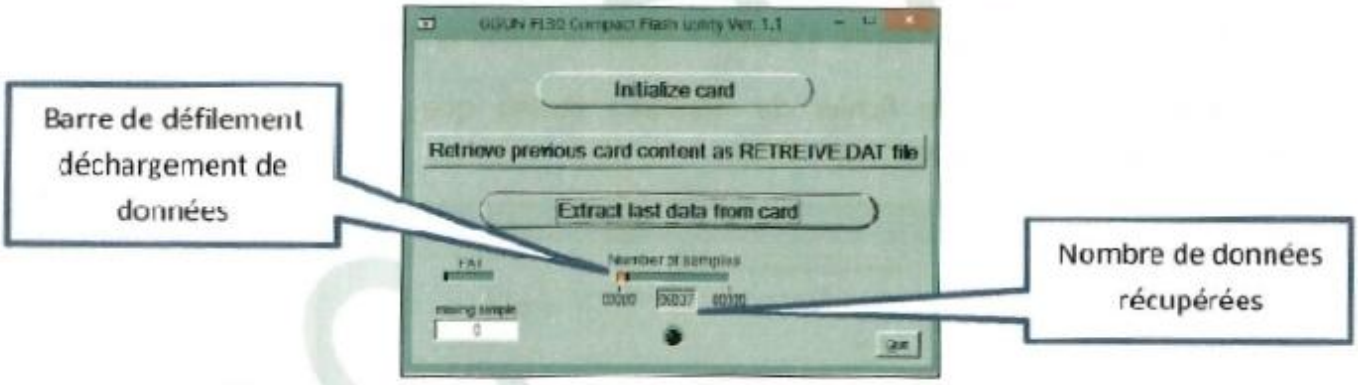
Cliquer pour ouvrir le lecteur de la carte Flash. La carte contient normalement un fichier dénommé « flashcar » (ce fichier est de format DAT). Sélectionner ce fichier et cliquer sur « OK ».

Une nouvelle fenêtre s'ouvre alors, avec comme entête l'intitulé « Save data file as ». Sélectionner l'emplacement de votre ordinateur dans lequel vous souhaitez enregistrer le fichier de données brutes. Donner un nom au fichier.

Conseil : Il est recommandé d'indiquer le nom du point de suivi où est placé le fluorimètre et la date du relevé de la carte. Le fait d'écrire la date permet de ne pas confondre les fichiers si vous effectuez plusieurs relevés intermédiaires pendant le traçage. Par exemple, nous suivons la source Ladoux et avons relevé la carte le 21 janvier 2014, nous nommons le fichier « 20140121-Ladoux ». Nous faisons le choix d'une date de format anglo-saxon (de type aaaammjj) afin de classer les fichiers automatiquement par ordre chronologique.



Lorsque vous cliquez sur « OK », vous verrez progresser le chargement des données. Dans la zone « Number of samples », la barre de chargement de couleur rouge progresse jusqu'au déstockage complet de la carte. Le chiffre sous la barre indique le nombre total de données récupérées.

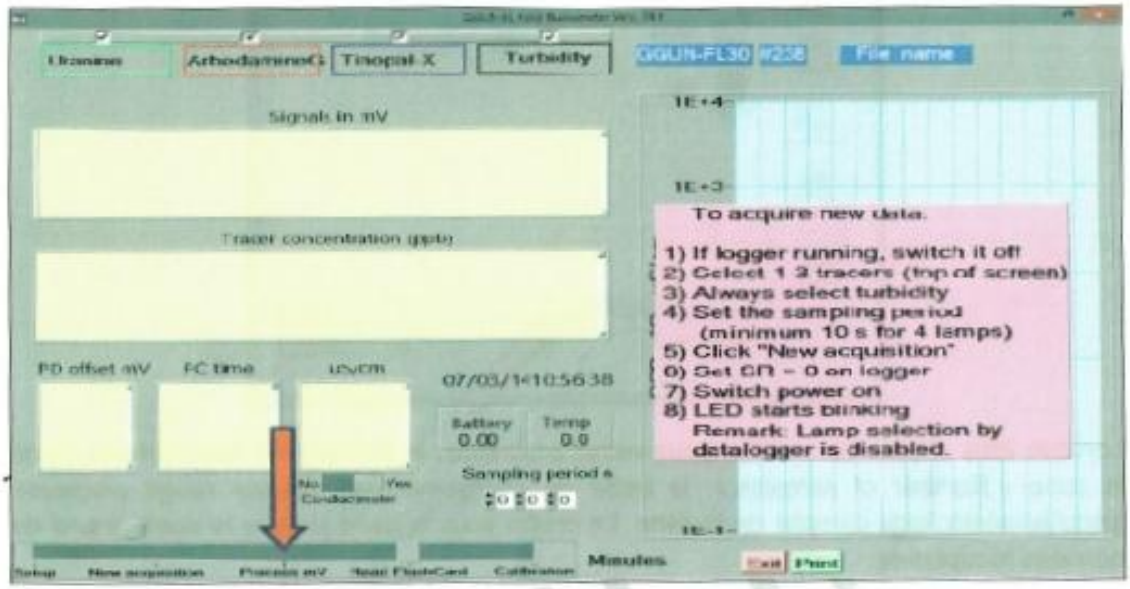


Fermer la fenêtre en cliquant sur « Quit ».

Retourner à l'interface principale du logiciel FLUO qui est toujours ouverte.

2. Conversion des données en concentration (ppb)

Cliquer dans le bandeau gris foncé en bas de la fenêtre juste au-dessus de « Process mV ». Cela va déplacer le curseur et générer l'ouverture d'une fenêtre.

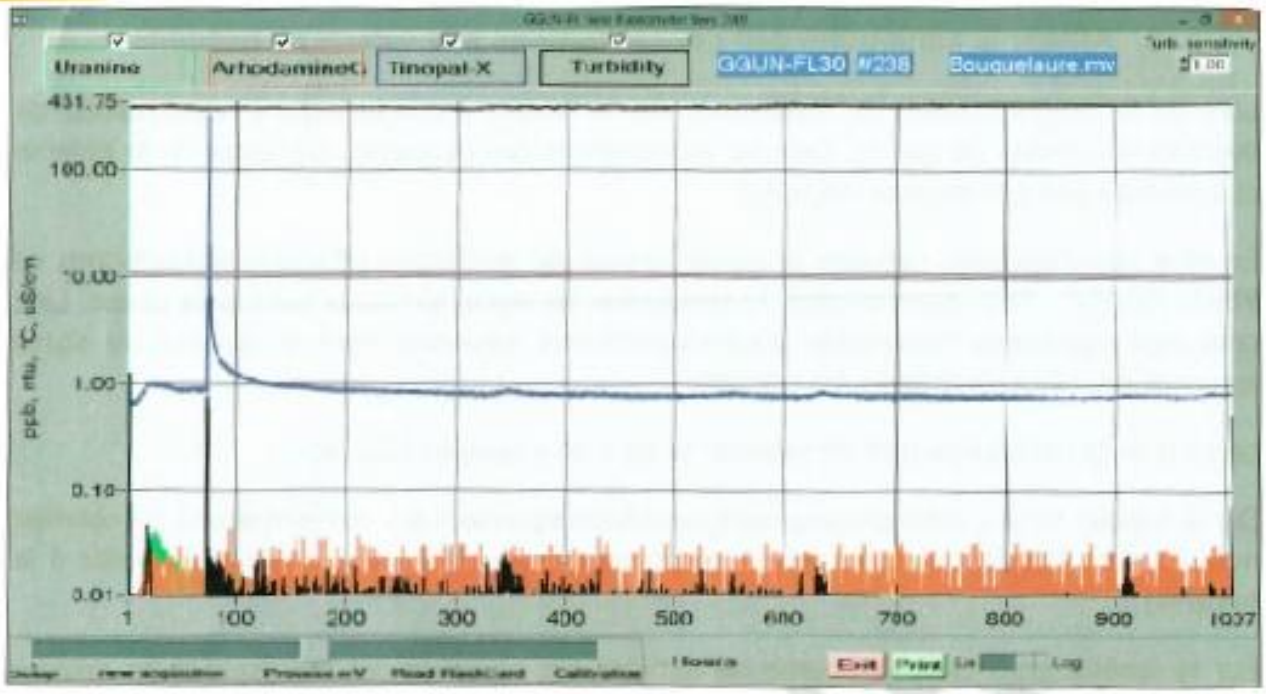


La fenêtre d'explorateur qui s'ouvre s'intitule « Read an existing data file ».

Vous devez pointer sur le fichier de données brutes que vous venez d'enregistrer. Sélectionner le fichier et cliquer sur « OK ».

Le logiciel réalise alors automatiquement la conversion des données brutes (signal électrique en mV) en données traitées (en concentration ppb).

Les données traitées s'affichent alors dans la fenêtre sous forme de courbes dans un graphique à l'échelle semi-logarithmique par défaut. Vous pouvez modifier cette échelle en cliquant sur le curseur en bas à droite pour choisir « LOG » (échelle semi-logarithmique) ou « LIN » (échelle linéaire). L'intérêt de changer d'échelle est purement visuel afin de mieux observer l'allure des courbes, notamment pour des faibles concentrations.



Conseil : Il est recommandé de ne pas perdre de temps à essayer d'interpréter les courbes sur le logiciel FLUO. Il faut rapidement exploiter les données sur un tableur qui offre bien plus de possibilités de traitement et de représentations graphiques (choix des paramètres à afficher, échelles des axes, type de courbes...)

Simultanément à l'affichage des courbes à l'écran, un ficher s'est créé automatiquement dans le répertoire où est stocké le fichier des données brutes. Il porte le même nom mais son format est de type PPB. Il contient les données traitées en concentration de colorant.

Le fichier PPB peut s'ouvrir avec le Bloc Notes de Windows, ce qui permet d'avoir accès très rapidement aux données de concentrations. L'exploitation détaillée des données ne pourra se faire qu'avec un tableur de type EXCEL dont la méthode est précisée ci-après.

3. Affiner la sensibilité des concentrations à la valeur de turbidité

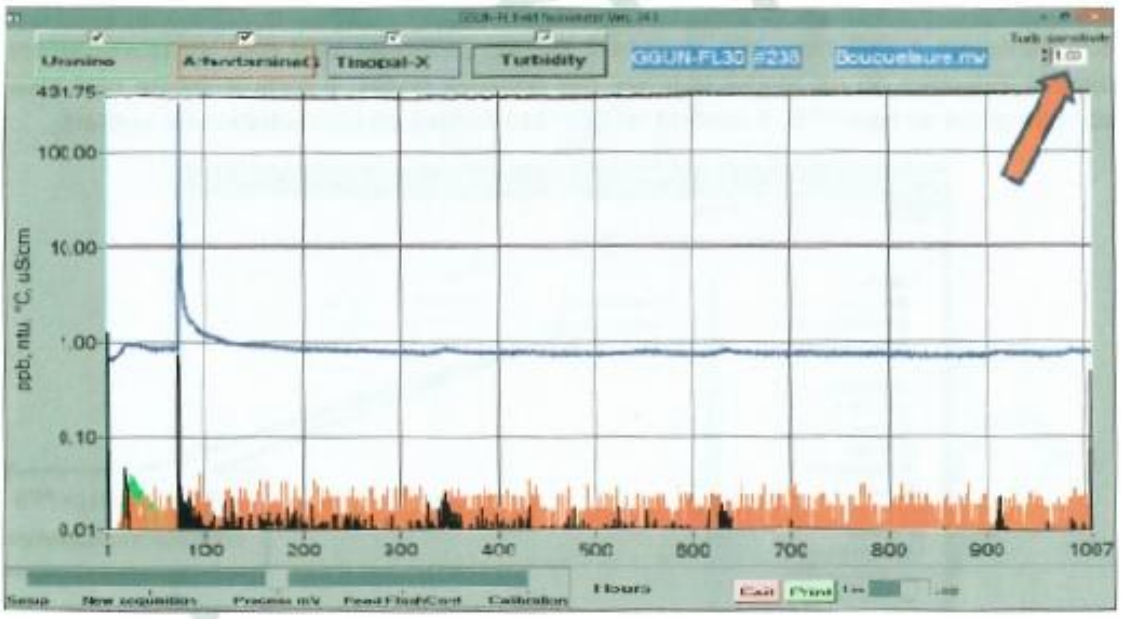
Lors de la programmation du fluorimètre sur le terrain, il est fortement recommandé de mesurer la turbidité (lampe 4). Cela ne consommera pas beaucoup d'énergie de la batterie et apportera des informations capitales.

En effet, lors d'épisodes turbides, le signal mesuré par les lampes affectées aux colorants se trouve modifié – l'eau étant trouble, la conduction du signal lumineux est moins bonne. Une crue peut également transportée d'autres particules naturelles dont la réponse au signal lumineux peut être assimilée à un colorant.

Le suivi de la turbidité permet de détecter ce type de « fausse restitution ».

Sur le logicel FLUO, vous pouvez corriger automatiquement les concentrations de colorant mesurées en affectant plus ou moins d'importance aux valeurs de turbidité (sensibilité à la turbidité).

Sur la fenêtre graphique, la courbe de turbidité est normalement représentée de couleur noire. La valeur de la sensibilité à la turbidité (« Turb. sensitivity ») est indiquée en haut à droite de la fenêtre (en général 1 par défaut). Vous pouvez modifier le facteur de correction à l'aide des boutons « flèches ». Les courbes se trouvent immédiatement modifiées à l'écran. Vous pouvez ainsi ajuster votre coefficient en fonction du rendu observé.



Lorsque le coefficent de sensibilité est modifié, le fichier des données traitées (fichier PPB) est mis à jour automatiquement à chaque ajustement sans aucune intervention de votre part. Il est donc important, avant de quitter le logiciel, d'avoir saisi le coefficient qui vous convient.

En cas de doute, laisser le coeficient sur « 1 ».

Conseil : Si vous observez des variations importantes des concentrations de colorant et de turbidité sur une même période, vous pouvez placer la sensibilité à 0 pour observer les phénomènes sans correction. Puis, vous augmentez progressivement la sensibilité jusqu'à 1 voire 2 et ajuster la correction en fonction de l'atténuation de l'effet de la turbidité sur le signal.

Chapitre 2 - Exploitation des données traitées sur EXCEL

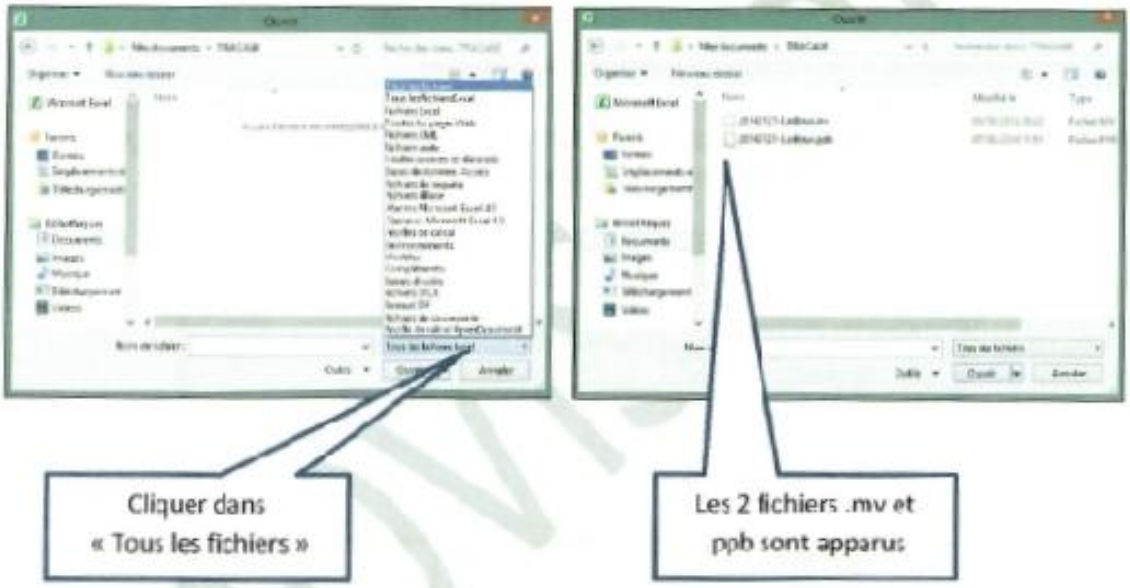
La démarche d'exploitation des données présentée dans ce guide est réalisée sur le logiciel EXCEL de version OFFICE2010. Les fenêtres peuvent avoir un aspect légèrement différent avec d'autres versions mais la procédure reste identique.

1. Rapatriement du fichier PPB sur EXCEL

Ouvrir EXCEL.

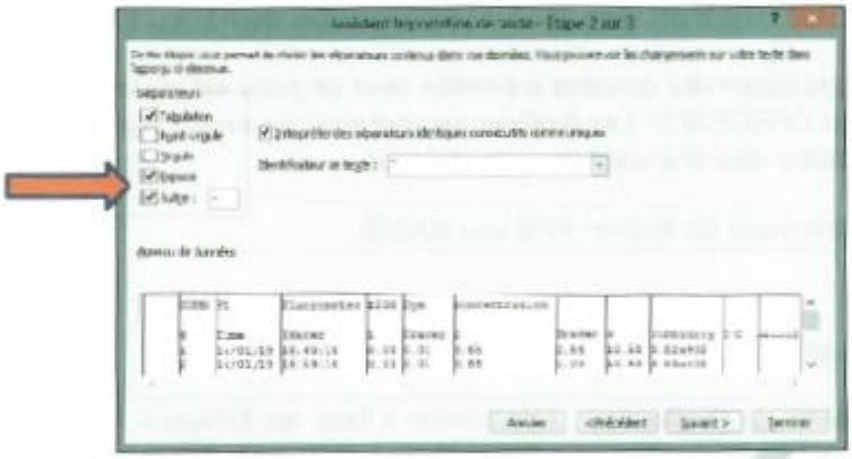
Sélectionner FICHIER / ouvrir

En bas de la fenêtre de l'explorateur, sélectionner « Tous les fichiers ». Cette action est indispensable pour faire apparaitre votre fichier de type PPB dans l'explorateur car EXCEL ne reconnait pas par défaut ce type de format.



Cliquer dans le fichier PPB à exploiter et sur « Ouvrir ». La fenêtre suivante s'ouvre.

Cocher sur « Délimité », puis cliquer sur« Suivant ». La fenêtre suivante s'ouvre.



Explications : les données du fichier PPB sont stockées sous forme de lignes et colonnes délimitées par des espaces, des tabulations et des tirets.

La case « Tabulation » est cochée par défaut. La conserver.
Cocher la case « Espace » et la case « Autre ». Taper un tiret dans la case à renseigner à droite de « Autre ». (Nota : il s'agit du tiret de la touche « 6 » ou du signe « moins »)
Cliquer sur « Suivant » La fenêtre suivante s'ouvre.

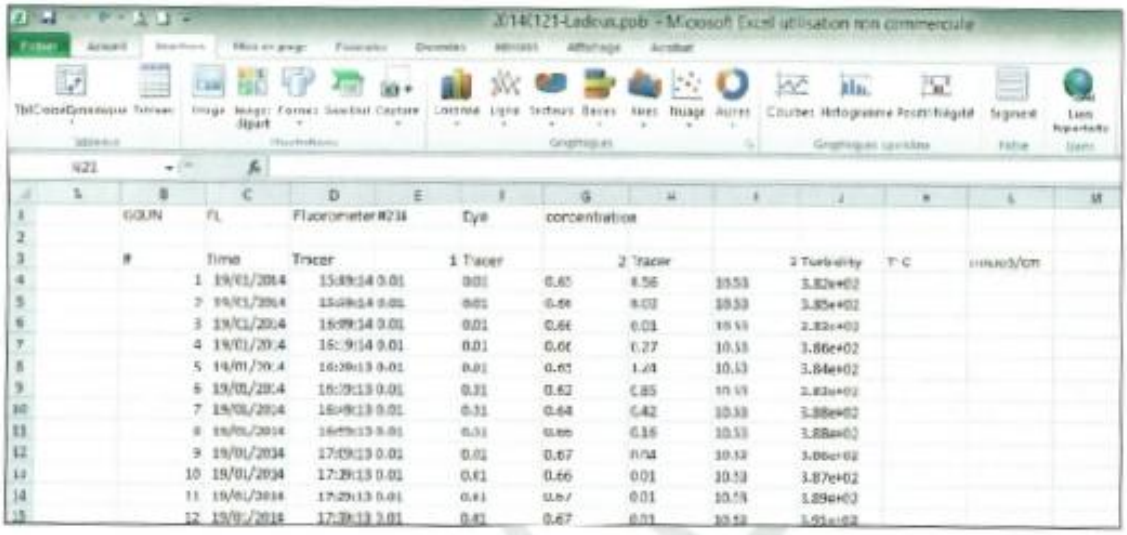
Sélectionner la troisième colonne qui contient le mot « Time ».
Cocher ensuite la case « date » et choisir le format AMJ Cela correspond au format de date anglosaxon du fluorimètre qui est du type ANNEE MOIS JOUR.

ATTENTION : selon la version du fluorimètre que vous utilisez, le format peut changer. Vous devez donc vérifier dans la troisième colonne que les données de date sont du format AMJ. Si ce n'est pas le cas, adapter le bon format sur le principe JOUR MOIS ANNEE ou ANNEE MOIS JOUR.

Cliquer enfin sur « Terminer ».
Le tableau excel se met en forme et apparait dans une feuille.
A ce stade, vous pouvez enregistrer votre travail en cliquant dans « Enregistrer sous » Vous modifierez le format du fichier en choisissant un format XLS ou XLSX.

2. Prétraitement des données

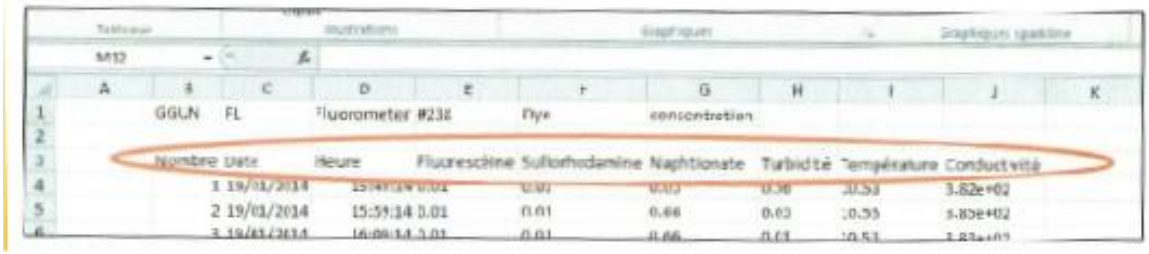
Récupérer votre fichier suite à l'étape 1 ou bien poursuivez sur le fichier excel ouvert.
Les données rapatriées dans EXCEL contiennent quelques erreurs de mise en forme qui rendent leur traitement impossible en l'état. L'application de quelques corrections se fait très facilement et rendra les données compatibles avec le tableur.
La feuille EXCEL se présente sous la forme ci-dessous.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1		GGUN	FL	Fluorometer #238		Dye	concentration						
2													
3		#	Time	Tracer		1 Tracer		2 Tracer		3 Turbidity	T°C	mmol/cm	
4			1 19/01/2014	15:59:14	0.01	0.01	0.65	0.56	10.53	3.82e+02			
5			2 19/01/2014	15:59:14	0.01	0.01	0.66	0.03	10.55	3.85e+02			
6			3 19/01/2014	16:09:14	0.01	0.01	0.66	0.03	10.55	3.82e+02			
7			4 19/01/2014	16:19:14	0.01	0.01	0.66	0.27	10.55	3.86e+02			
8			5 19/01/2014	16:29:13	0.01	0.01	0.65	1.04	10.53	3.84e+02			
9			6 19/01/2014	16:39:13	0.01	0.01	0.62	0.85	10.55	3.83e+02			
10			7 19/01/2014	16:49:13	0.01	0.01	0.64	0.42	10.53	3.88e+02			
11			8 19/01/2014	16:59:13	0.01	0.01	0.66	0.16	10.53	3.88e+02			
12			9 19/01/2014	17:09:13	0.01	0.01	0.67	0.04	10.53	3.86e+02			
13			10 19/01/2014	17:29:13	0.01	0.01	0.66	0.01	10.53	3.87e+02			
14			11 19/01/2014	17:29:13	0.01	0.01	0.67	0.01	10.53	3.89e+02			
15			12 19/01/2014	17:39:13	0.01	0.01	0.67	0.01	10.53	3.91e+02			

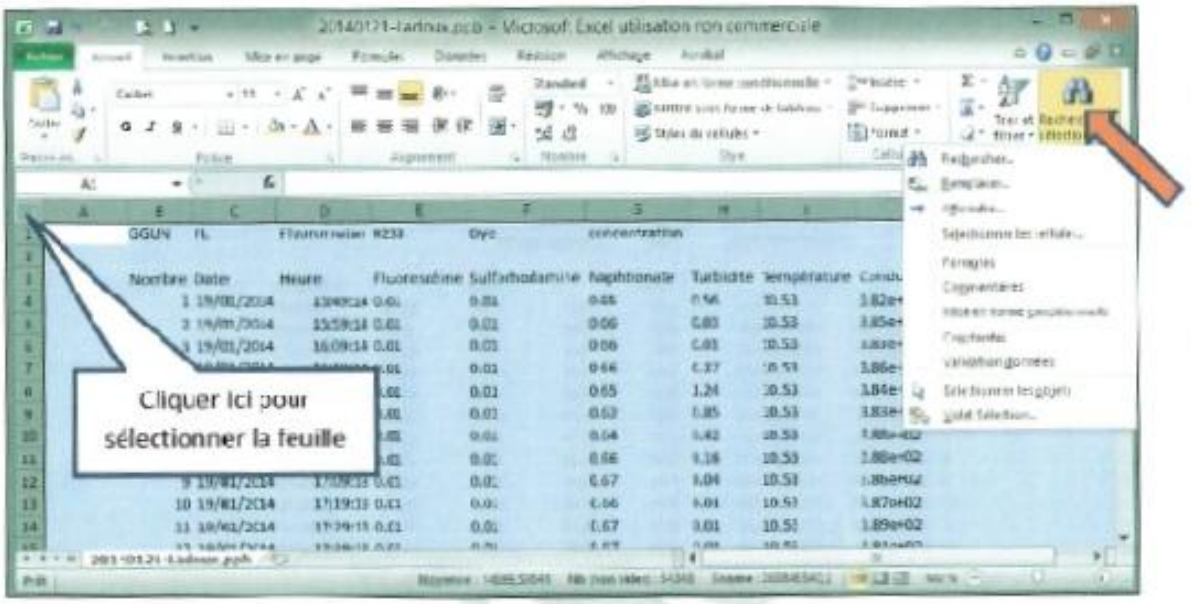
La colonne A est vide, la laisser.
La colonne B présente le nombre de mesures incrémenté automatiquement par le fluorimètre.
La colonne C contient la date au format européen « Jour Mois Année » que le logiciel affiche jj/mm/aaaa.
La colonne D contient l'heure de la mesure au format hh:mm:ss.
La colonne E contient la concentration en ppb du premier colorant (c'est la famille de l'uranine, en général la fluorescéine).
La colonne F contient la concentration en ppb du second colorant (c'est la famille des Rhodamines, en général la sulforhodamine).
La colonne G contient la concentration en ppb du troisième colorant (cela dépend du type de fluorimètre utilisé, en général pour le Tinopal ou le Naphtionate de sodium).
La colonne H contient les valeurs de turbidité en NTU (Unité de Turbidité Néphélométrique).
La colonne I contient les valeurs de température en degré Celsius (°C).
La colonne J contient les valeurs de conductivité en µS/cm (à 25°C).

Vous remarquerez que les titres des colonnes sont décalés. Vous pouvez donc à ce stade renommer correctement l'intitulé de chaque colonne.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		GGUN	FL	Fluorometer #238		Dye	concentration				
2											
3		Nombre	Date	Heure	Fluorescéine	Sulforhodamine	Naphtionate	Turbidité	Température	Conductivité	
4			1 19/01/2014	15:49:14	0.01	0.01	0.65	0.56	10.53	3.82e+02	
5			2 19/01/2014	15:59:14	0.01	0.01	0.66	0.03	10.55	3.85e+02	
6			3 19/01/2014	16:09:14	0.01	0.01	0.66	0.03	10.55	3.82e+02	

Le logiciel FLUO utilise le point pour séparer les unités de décimales (systèmes américain et suisse). Le logiciel EXCEL ne comprends pas cette typologie et assimile vos mesures à du texte. Il faut donc convertir ces points « . » en virgule « , » dans toutes les valeurs du tableau pour pouvoir traiter les données.
Pour cela, sélectionner la feuille entière (clic-gauche dans l'angle) et cliquer sur « Recherche et sélectionner ».

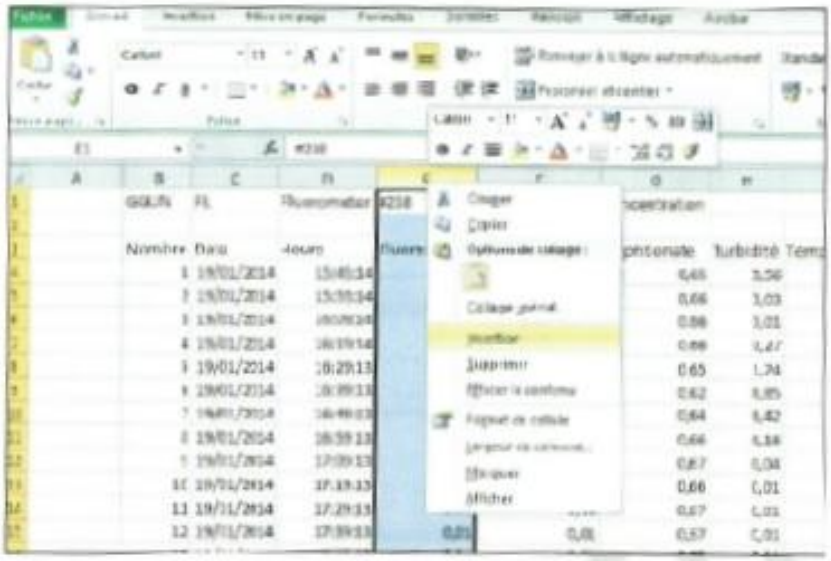


Cliquer ensuite dans « Remplacer ». La fenêtre suivante s'ouvre.

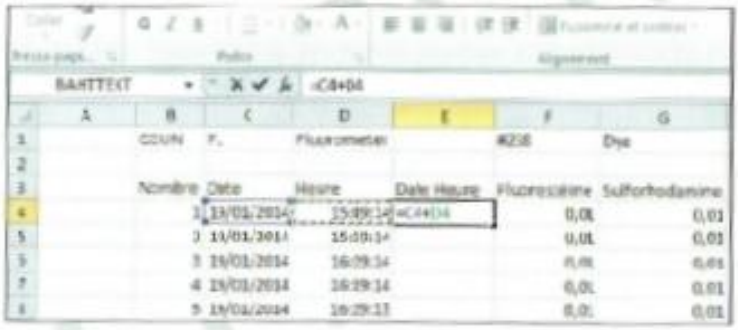
Saisir un point « . » dans Rechercher et une virgule « , » dans Remplacer.
Cliquer sur « Remplacer tout ». Le logiciel EXCEL effectue les remplacements automatiquement. Les valeurs des cellules sont ainsi devenues des chiffres alors qu'elles étaient auparavant reconnues en tant que texte.

Nous allons maintenant procéder au changement de format de la colonne J contentant les mesures de conductivité.
Sélectionner toute la colonne J (clic-gauche dans l'entête de la colonne J). Réaliser un clic-droit dans la sélection et cliquer dans « format de cellule ». Choisir « nombre » et taper la valeur « 0 » en décimale.

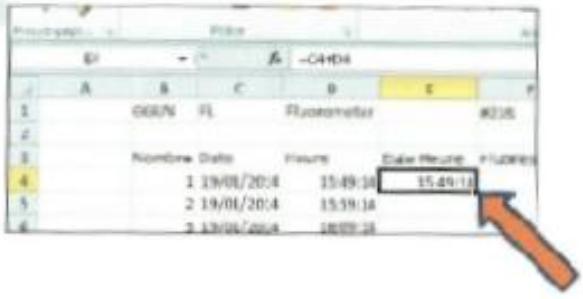
Nous allons terminer par la mise en forme des formats de dates et d'heures afin de de pouvoir afficher les données sur un graphique horodaté.
Sélectionner la colonne F et réaliser un clic-droit. Sélectionner « Insertion ».



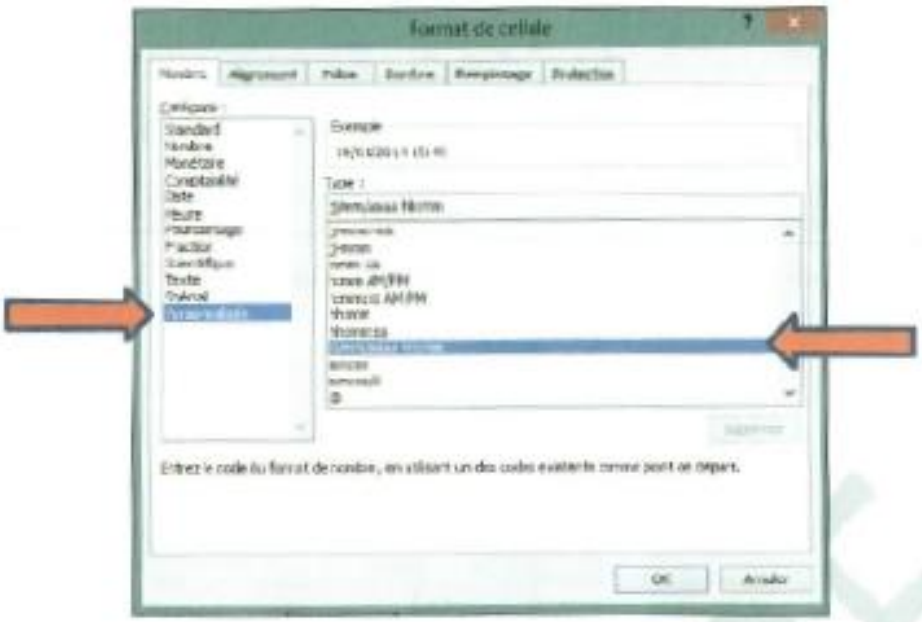
Taper en entête de colonne « Date Heure ».
Dans la première ligne de données de cette nouvelle colonne, taper la formule suivante : = C4 + D4 , puis taper sur « Entrée » ; cela correspond à la somme de la cellule de date et de la cellule d'heure de la même ligne.



Positionner le pointeur de la souris sur le carré noir en bas à droit de la cellule E4. La flèche du pointeur change de forme pour devenir une croix, réaliser un double-clic, cela va copier la formule dans toute la colonne jusqu'à la dernière ligne de données présentes dans les deux colonnes Date et Heure.



Ne pas désélectionner la colonne, sinon la sélectionner de nouveau. Réaliser un clic-droit dans la sélection et cliquer dans « format de cellule ». Dans le premier onglet « Nombre », sélectionner la catégorie « Personnalisée » et cliquer dans le format « jj/mm/aaaa hh:mm ».



Agrandir la largeur de la colonne pour voir tout le contenu des cellules.

Le contenu de la colonne E est donc lié aux 2 premières colonnes par la formule. Afin d'obtenir une valeur directe, réaliser l'opération suivante :
Sélectionner la colonne E par un clic-droit sur la case « E », cliquer dans « copier », puis à l'aide d'un nouveau clic-droit, sélectionner « collage spécial de valeur ».
La colonne contient désormais des valeurs au format jj/mm/aaaa hh:mm. Elle n'est plus liée aux deux colonnes C et D.

Le fichier est maintenant prêt pour un traitement graphique.
Vous pouvez tracer un graphique avec pour axe des abscisses la colonne « Date Heure » et en ordonnées toutes les valeurs voulues (colorants, turbidité, température, conductivité).

ANNEXE C :
Fluorimètres de terrain susceptibles d'être empruntés à la commission scientifique de la FFS

Au 01/04/2020, ci-dessous le matériel susceptible d'être prété par la FFS.

Type	Marque	S/N	Date acquisition	Coût d'achat (€TTC)	Fournisseur	Type-S/N	Responsable matériel
Fluorimètre	GGUN-FL	226	inconnue			Fluorimètre-226	Schneider V.
Fluorimètre	GGUN-FL	369	inconnue			Fluorimètre-369	Schneider V.
Fluorimètre	Aquaread	AM-200	15/12/2016	3384,90 €	SDEC France	Fluorimètre-AM-200	Schneider V.

Pour ce faire, il faut contacter les responsables (commission scientifique FFS) dont les coordonnées sont sur le site de la FFS.

Ils envoient alors une fiche de demande d'emprunt à compléter.

S'il est bien ficelé, le dossier de présentation du projet (cf. page 3) suffit à ce que la demande soit validée et le matériel expédié, sous réserve de sa disponibilité.

Une coloration réussie ….