

Equipement scientifique de l'Institut F.A. Forel



État au printemps 2013

Pour toute modification:

Walter.Wildi@unige.ch

Table des matières

1. Echantillonnage et mesures *in situ*
2. Préparation
3. Analyse
4. Autres: Conservation, stockage, etc.
5. Informatique spécialisé, GIS
6. Archéologie préhistorique et anthropologie

1. Echantillonnage et mesures *in situ*

échantillonnage

La Licorne - bateau de recherche scientifique

Type Palma B40S De Groot

Longueur 12.5 m

Largeur 3.4 m

Tirant d'eau 1.5 m

Poids 15 tonnes



Equipement permanent:

GPS de navigation et de positionnement avec échosondeur.

Pilote automatique.

Grue 300 Kg avec treuil vertical pour profondeur jusqu'à 310 m.

(L'équipement scientifique est amené à bord en fonction des besoins).

(le coût journalier « interne » de navigation est de l'ordre de CHF 1'000.-)

Responsables: Ph. Arpagaus, J.L. Loizeau, W. Wildi

échantillonnage

YAM 380 S



Explication:

Bateau pneumatique à fond rigide.

longueur : 3,80 m - largeur : 1,74 m - nombre de personnes maximum : 6 - moteur : 8 CV.

Charge maximale (moteur compris): 850 kg.

Pour acquisition bathymétrique et échantillonnage léger.

Conçu pour la navigation à proximité des côtes et dans les estuaires, lacs, rivières.

Responsable: Ph. Arpagaus, W. Wildi

échantillonnage

Le Géant Vert - FUN YAK 280



Explication:

Petite annexe pour plan d'eau calme avec moteur 4 CV, fond plat, construction double coque rotomoulée.

Longueur : 2,80 m - Largeur : 1,25 m - Creux 0,36 m – Poids : 55 kg

Nombre de personnes : 2 - Charge maximale (moteur compris): 300 kg

Pour acquisition bathymétrique et échantillonnage léger.

Responsable: Ph. Arpagaus, W. Wildi

échantillonnage

Génératerices de terrain Honda



Explication: génératrices de courant EU10i , 230 volts, 1000 watts

EU20i , 230 volts, 2000 watts

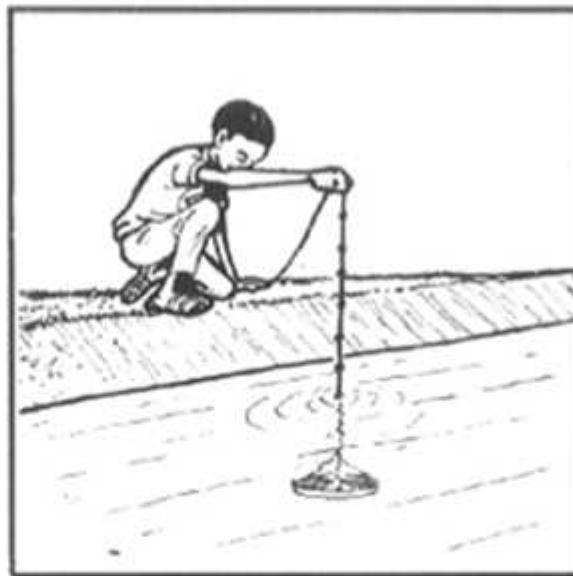
K6/4 , 230 et 380 volts, 4500 watts

Responsable: Ph. Arpagaus

mesure in situ

échantillonnage

Disque de Secchi



Explication: Un **disque de Secchi** est un dispositif permettant de mesurer la transparence d'une étendue d'eau. Il consiste en un disque blanc d'une trentaine de centimètres de diamètre. Le disque lesté est fixé au bout d'une corde qu'on laisse descendre jusqu'à disparition, puis on note la profondeur du disque (valeur de Secchi).

Responsable: Ph. Arpagaus

échantillonnage

Pompe péristaltique Watson-Marlow 701S

débit jusqu'à 2000 Litres/heure.



Explication: Les pompes péristaltiques sont des pompes étanches, dont le seul élément en contact avec le fluide est le tube flexible. Les risques de fuite sont ainsi limités, et le volume de liquide déplacé est proportionnel à la vitesse de rotation de la pompe. C'est pourquoi ce type de pompe est particulièrement adapté au dosage, grâce à sa souplesse d'utilisation et sa grande précision.

Responsable: Ph. Arpagaus

Trappe à sédiments

L'équipement le plus sophistiqué de l'IAF!!!

Explication: Constitué d'un tube en matière plastique (hauteur: env. 30 – 50 cm), lesté au fond par un bouchon en ciment. Suspendu par le haut, ou simplement posé au fond d'une rivière. Permet de récolter des matières en suspension.

Responsable: Peut être bricolée (env. Fr. 5.- la pièce); plusieurs de ces trappes se trouvent (parfois) dans la soupe de l'Institut Forel à Versoix

Ph. Arpagaus, W. Wildi



échantillonnage

Bouteilles de prélèvement d'eau Go-Flo

Explication: Il s'agit d'un cylindre, ouvert aux deux extrémités et muni de systèmes de fermeture, que l'on descend à la profondeur désirée et que l'on ferme à distance à l'aide d'un « messager » afin d'y enfermer le volume d'eau qui sera remonté à bord du bateau.

Différents volumes disponibles

Responsable: Ph. Arpagaus



échantillonnage

Benne à sédiments type EKMAN

Explication: Cette benne de prélèvement est conçue pour être utilisée dans des fonds mous, exempts de végétation. Prélèvement quasiment non-remanié pour examens hydrobiologiques et analyses chimiques

Responsable: Ph. Arpagaus



échantillonnage

Bennes à sédiment type Van Veen



Explication: Les bennes "Van Veen", en acier inoxydable, sont utilisées pour la prise facile d'échantillons remaniés au fond de lacs, rivières, etc.

Responsable: Ph. Arpagaus

échantillonnage

Carottier Mortimer



Explication: Le carottier gravitaire Mortimer permet d'obtenir des carottes de maximum 50 cm de longueur et de 7.0 cm de diamètre intérieur, dans un tube transparent avec système de fermeture qui abime très peu l'interface eau – sédiment.

Responsable: Ph. Arpagaus

échantillonnage

Carottier Uwitec

Explication: Le carottier gravitaire Uwitec, permet d'obtenir des carottes de 50 à 150 cm de longueur (suivant la qualité du sédiment et l'habileté de l'échantillonneur) et de 5.7 cm de diamètre intérieur, dans un tube transparent qui autorise un repérage des différents horizons.

Responsable: Ph. Arpagaus, D. Ariztegui



échantillonnage

Centrifugeuse à flux continu WESFALIA type KA 2



Explication: Centrifugeuse à flux continu, permettant de récolté les matières en suspensions dans les rivières et les lacs. Débit 6 L/min à 12000 t/min

Responsable: Ph. Arpagaus

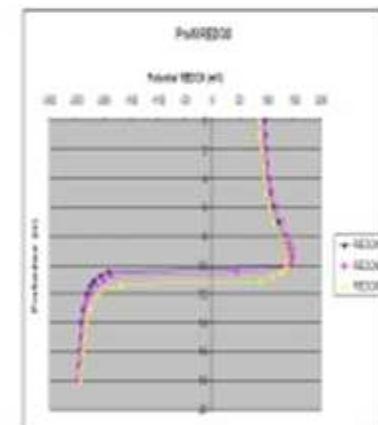
mesure in situ

Sonde Multiparamètres HACH-Lange



Appareillage de terrain

- Multimètre DR-400
- Electrodes de terrain et de laboratoires
- Longueur de cable maxi 17m
- pH
- Température
- O₂
- Conductivité
- Potentiel Redox



Applications

- Profils (lacs, rivières, etc)
- Sonde intelligente programmable ...
- Enregistrement données en mémoire avec transfert sur clé USB possible

Responsables

Serge Stoll, Frédéric Loosli, Arnaud Clavier

mesure *in situ*

Sonde multiparamètres

Type d'équipement: Analyse de la colonne d'eau *in-situ*

Principe de fonctionnement: Température, conductivité, pH, oxygène dissous, profondeur

Sea&Sun
CTD 90M



Température,
conductivité, pH,
oxygène dissous,
profondeur, vitesse et
direction des courants



0 -60 m (câble)

Conditions: calibration journalière pour O₂, pH

Responsables: P. Arpagaus, Anh Dao.

0 -500 m (autonome)

Échantillonnage en écologie: Faune, flore, eau

échantillonnage



Piège Malaise



Piège lumineux



Bouteilles



Grappins



Piège à dérive

Responsables du matériel LEBA: Dominique.Auderset@unige.ch (physico-chimie)
Emmanuel.Castella@unige.ch (faune), David.Mccrae@unige.ch (optique)

Echantillonnage de terrain LEBA mesure in situ

| | |
|----------------------------|------|
| - Toyota 4x4 en fin de vie | 1 |
| - Bateaux gonflables | 3 |
| - Cuissardes | lots |
| - GPS | 3 |

échantillonnage



Mesures physico-chimiques (terrain)

| | |
|---|---|
| - conductimètres portables WTW | 3 |
| - courantomètres à hélice Schilknecht | 2 |
| - oxymètre portable Hach HQ30 | 1 |
| - sonde cond/O ₂ /T°/pH YSI556 | 1 |
| - turbidimètres Hach | 2 |
| - bouteilles échantillonneuses | 3 |
| - appareil photo + objectif fish-eye + logiciel WinScanopy pour analyse d'accès solaire | 1 |
| *** | |



Prélèvements floro-faunistiques

| | |
|---------------------------------------|----------|
| - épisettes / Surber (250-500microns) | 4 |
| - grappins et rateaux | n |
| - filets à dérive | 2 |
| - pièges lumineux (insectes aériens) | 6 |
| - pièges Malaise (insectes aériens) | troupeau |



Responsables du matériel LEBA: Dominique.Auderset@unige.ch (physico-chimie)
Emmanuel.Castella@unige.ch (faune), David.Mccrae@unige.ch (optique)

échantillonnage

Échantilleur Automatique ISCO 6700



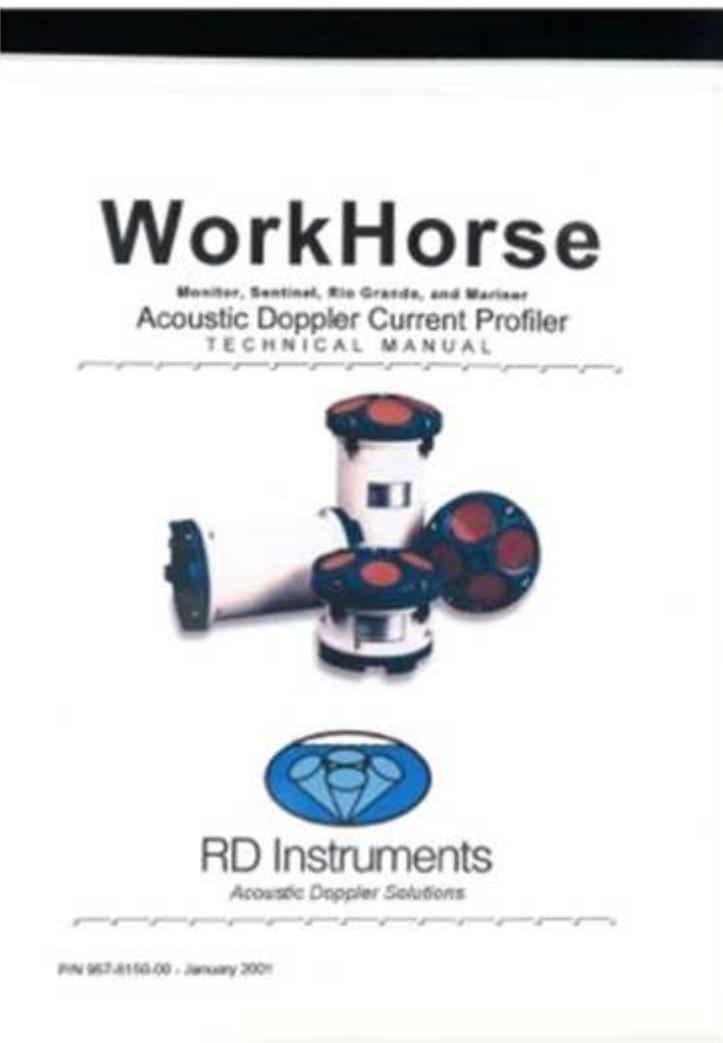
Explication: Cet instrument est piloté par débitmètre, par une montre, ou autre système ce qui permet de prélever automatiquement un échantillon d'eau chaque fois qu'un volume d'eau déterminé a passé le site de mesure.

Responsables: J.L. Loizeau, Ph. Arpagaus

mesure in situ

Courantomètre ADCP

Mesure des vitesses et orientations des courants lacustres à plusieurs profondeurs (plusieurs fenêtres de mesure), selon un rythme de mesures programmé. Stockage des données sur mémoire intégrée.



Responsable: Anh Dao Le

mesure in situ

Info météo: Vitesse et direction du vent

Explication: Appareillage dépendant d'une unité de lecture ou d'enregistrement externe.

Anémomètre à coupelles

Schiltknecht

0.3 à 30 ms

300 CHF

Anémomètre à hélice

Schiltknecht

0.1 à 20 m/s

500 CHF

Anémomètre à ultrasons 3D

Metek

0 à 60 m/s



Responsable: Eric Pampaloni

mesure in situ

Info météo: Ensoleillement

Appareillage extrêmement fragile.

Pyrgéomètre

Kipp & Zonen

Pyranomètre IR

Eppley

Solarimètre intégrateur & enregistreur

Kipp & Zonen



Responsables: Pierre Ineichen /
Eric Pampaloni

mesure in situ

Info météo: Température,
humidité, lumière, état,
tension, courant

Explication: Appareils
enregistreurs autonomes.

Utilisation aisée.

Enregistreur lumière (on off)

Hobo

**Enregistreur Température +
humidité + tension + état**

Hobo

Enregistreur tension, + courant

Testo

**Enregistreur température +
humidité**

Testo



Responsable: Eric Pampaloni

mesure in situ

Système d'acquisition de données (*datalogger*)

Demande de bonnes connaissances d'électricité. Langage de programmation spécifique.

CR10X

Campbell

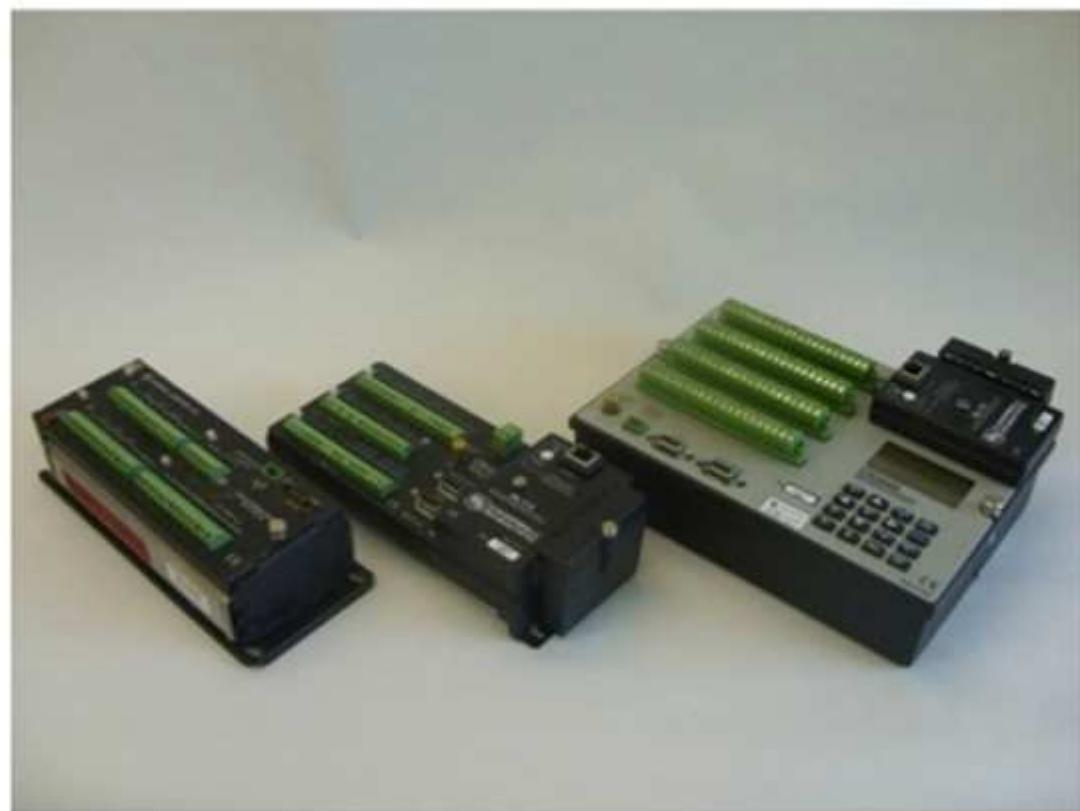
CR1000

Campbell

CR3000

Campbell

Responsable: Eric Pampaloni



mesure in situ

Confort thermique

Fragile mais simple d'utilisation

Confort mètre

Brüel & Kjaer

Responsable: Eric Pampaloni



mesure in situ

Débit liquide

Fragile mais simple d'utilisation

Débitmètre à ultrasons

Flexim

Pour diamètres DN10 à DN400

Responsable: Eric Pampaloni



mesure in situ

Mesure des gaz:
O₂, NO₂, NO, SO₂, H₂S

Appareillage de mesure incluant
un système d'acquisition de
données

Testo 450XL

Testo

+ Sonde oxygène externe au
zirconium

Carbosonde LT

Econox

Responsable: Eric Pampaloni



mesure in situ

échantillonnage

Bouées de mesure

Bouées pouvant contenir des appareillages de mesure divers.

Responsable: Eric Pampaloni



mesure in situ

VIP (Voltametrique In Situ Probe)

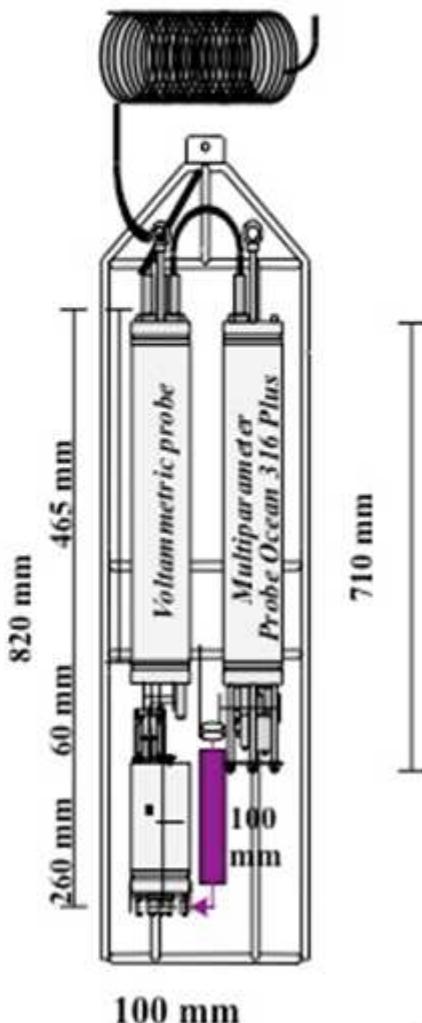
Type d'équipement: Analyse de la colonne d'eau *in-situ*

Analyses: Fraction dynamique des métaux en solution : Pb, Zn, Cu, Cd



Conditions: calibration ! 2h /mesure

Responsable: ML Tercier



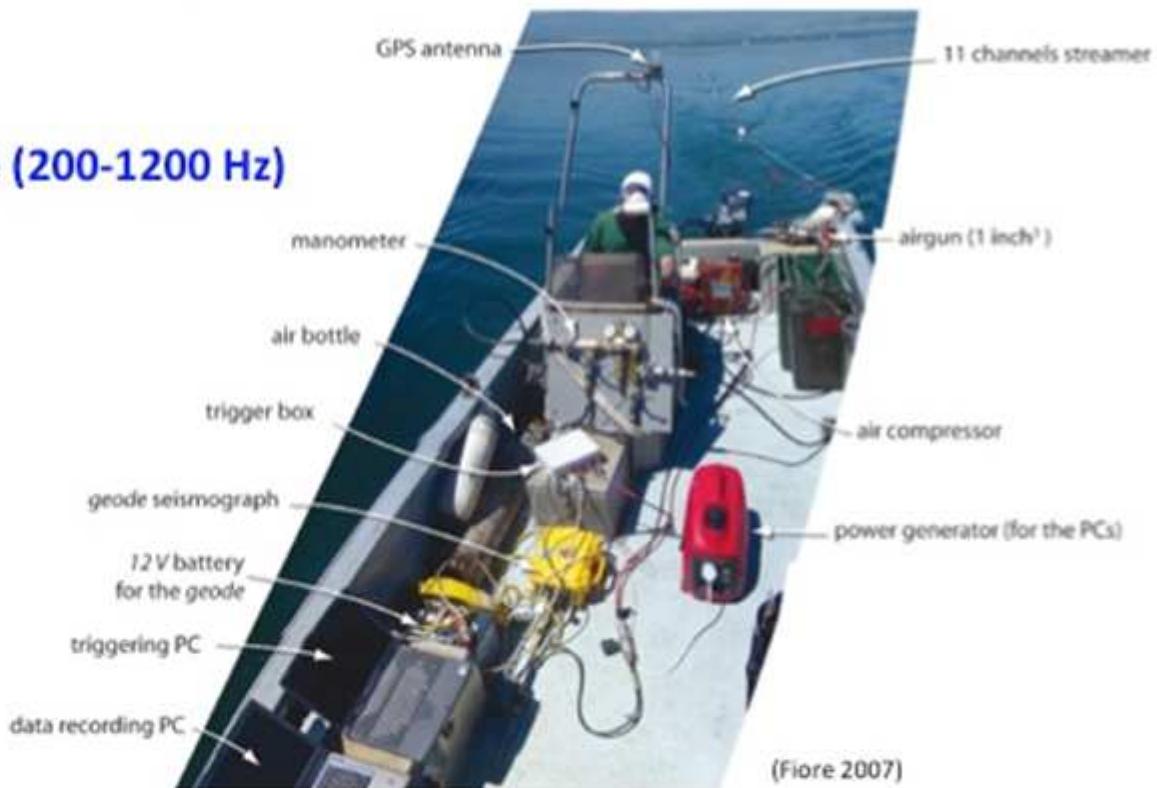
mesure in situ

Equipement de géophysique Sismique réflexion marine/lacustre (200-1200 Hz)

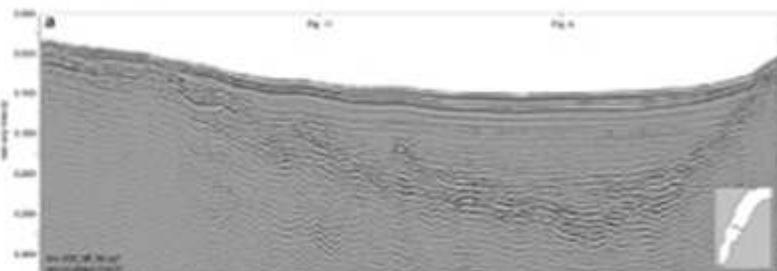
Explication:

Le système comprend

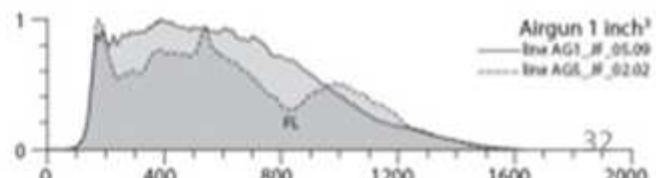
- 1 source canon-à-air Bolt 1in³
- 1 bouteille air comprimé
- 1 compresseur
- 1 'streamer' de 11 hydrophones
- 1 sismographe 'geode' 16 canaux
- 1 ordinateur pc
- 1 batterie 12 V
- 1 GPS avec antenne
- boîtes et câbles de connection



(Fiore 2007)



Responsable: S. Girardclos (Geol, Forel)



mesure in situ

Equipement de géophysique, sondeur monofaisceau Marimatech 206

Explication:

Le sondeur monofaisceau Marimatech 206 sonde avec une fréquence, soit de 50 kHz, soit de 200 kHz. La position du bateau est déterminée par un GPS de type ASHTECH. Un second GPS est positionné sur le continent; le traitement des données se fait en post-traitement.



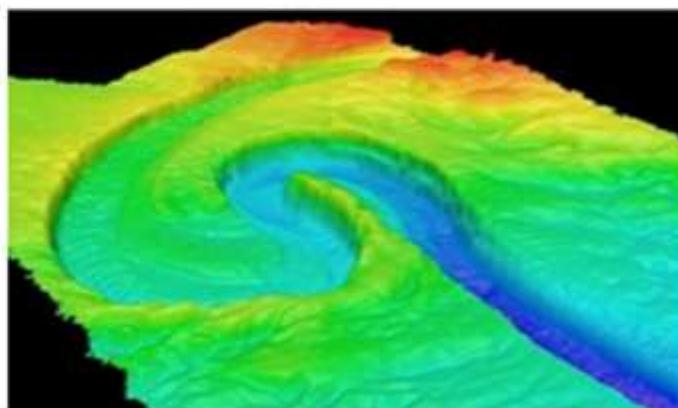
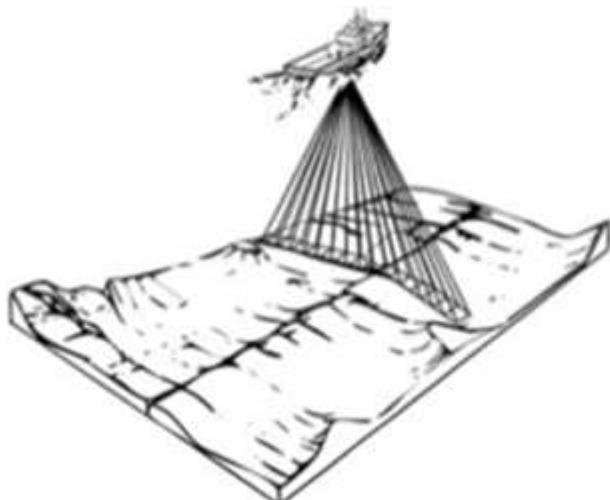
Responsable: V. Sastre

mesure in situ

**Equipement de géophysique
Sondeur multifaisceaux
(pour mesures bathymétriques à couverture complète)**

Explication:

Le sondeur multifaisceaux sera acheté fin 2011 et sera disponible au sein d'un groupe d'utilisateurs pour des mesures en lacs et de rivières.



(Data by Wessels, unpublished)

Responsables : F. Anselmetti (Eawag), S. Girardclos (Geol), D. Ariztegui (Geol)

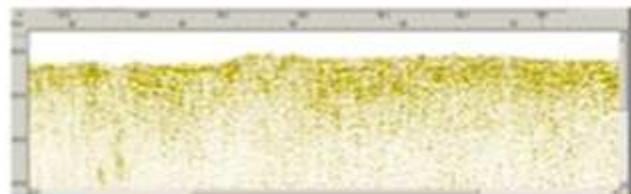
mesure in situ

Equipement de géophysique Sismique réflexion terrestre haute résolution (Dept. Géologie)

Explication:

Le système comprend

- 1 marteau source
- 1 rouleau avec vérin hydraulique
- 1 odomètre digital haute précision SGT Engineering
- 1 sismographe Geometrics 24 canaux
- 24 'luges' métalliques
- 1 'streamer' de 3x24 géophones (2x horizontaux 14 Hz, 1x vertical 14Hz)
- 2 batteries Leclanché 12v / 65 Ah
- GPS avec antenne



Responsable: S. Girardclos (Geol)

mesure in situ

Mesures hydrologiques de terrain

- 1 conductimètre WTW 3210
- 2 courantomètres MiniAir2 Schiltknecht
- 8 GPS GARMIN Etrex H
- 4 cuissardes taille 38, 40, 41, 42

Responsable: S. Girardclos (Batelle)

Cet équipement appartient au MUSE et est destiné en priorité aux TP d'étudiants. Il peut toutefois être prêté ponctuellement.



Où ailleurs ?

- 3 conductimètres LEBA
- 2 courantomètres LEBA
- 4 GPS Garmin Geko Forel ; 7 GPS Garmin Géologie
- 1 cuissardes 44 Forel; divers cuissardes LEBA

2. Préparation

préparation d' échantillons

Labo de sédimentologie



Explication: Le laboratoire de sédimentologie fournit tout matériel d'ouverture, description et photographie de carottes, tamisage, séchage, broyage, etc. de sédiments, boîte à gants, mélangeur, etc. . . .

Responsables: D. Ariztegui, Ph. Arpagaus

préparation d' échantillons

Type d'équipement: Etuve de séchage
MEMMERT



Explication: Une étuve de laboratoire est un appareil de chauffage fonctionnant dans l'air et permettant d'effectuer divers traitements thermiques à température régulée, de 40 à 100°C

Responsable: Ph. Arpagaus

préparation d' échantillons

Autoklav-TYP 23, MELAG, Germany



Explication: autoclave for product sterilization (121 °C, 50 min.)

Responsable: John Poté & Philippe Arpagaus

préparation d' échantillons

Extraction 2 hottes



Explication: A room (106) for washing and preparation of materials

Responsable: John Poté, Severine Le Faucher & Philippe Arpagaus

préparation d' échantillons

Type d'équipement: Lyophilisateur CHRIST BETA 1-8K



Explication: Le principe de base est que lorsqu'on réchauffe de l'eau à l'état solide à très basse pression, l'eau se sublime, c'est-à-dire qu'elle passe directement de l'état solide à l'état gazeux. Cette technique permet de conserver à la fois le volume, l'aspect et les propriétés du produit traité.

Responsable: Ph. Arpagaus

préparation d' échantillons

Type d'équipement: Systèmes d'eau ultrapure Milli-Q Direct 8

Résistivité: Eau ultra pure 18,2 MΩ·cm à 25 ° C

Explication: Le système de purification d'eau Millipore Direct 8, alimenté par l'eau de ville, a été conçu pour les laboratoires qui utilisent de 10 à 30 litres d'eau ultrapure par jour.

Responsable: Ph. Arpagaus



préparation d' échantillons

Sonicateur à ultrasons



Applications

Homogénéisation d'échantillons de 2 mL à 50 mL

S'applique dans la déagglomération de nanoparticules ou la lyse de cellules telles que bactéries

Responsables:Vera Slaveykova, Serge Stoll, Séverine Le Faucheur

préparation d' échantillons

Mixer Mill MM 400



Applications

Broyage à sec et humide de petites quantités d'échantillons.

S'applique dans l'homogénéisation de poudre, la désintégration de cellules et à l'extraction d'ADN/ARN

Responsables:Vera Slaveykova, John Poté, Séverine Le Faucheur

préparation d' échantillons

Clean material and mixing solution

Ultrasonic Cleaners



Explication: Ultrasonic sound is sound transmitted at frequencies generally beyond the range of human hearing. In the ultrasonic cleaner, ultrasonic sound (sonics) is used for cleaning materials and parts.

- 120V ± 10%, 60Hz is optimum voltage for all cleaners.
- CSA approval and comply with FCC regulations.
- 220V units meet CE standards.
- Units will cause GFI sockets to trip.
- All units have a ground leakage current less than .50ma

Responsable: John Poté & Philippe Arpagaus

préparation d' échantillons

Labo de sédimentologie

Broyeur: FRISCH pulverisette 6

Broyeur centrifuge de laboratoire



Explication: Pour le broyage fin discontinu jusqu'à la finesse colloïdale d'échantillons sec, de sédiment, de carotte...

Jarre de broyage de 80, 250 et 500 mL en Syalon®.

Syalon® = acronyme de Silicium Yttrium Aluminium Oxide Nitruré

Responsable: Ph. Arpagaus

préparation d' échantillons

Centrifugeuse Sigma 1-15 K



Explication: Performed for eppendorf tubes 1.5-2 mL with a rotor speed of 14'000xg .

Responsable: John Poté & Philippe Arpagaus

préparation d' échantillons

Centrifugeuse Sigma 3-16K



Explication:

Centrifugeuse universelle réfrigérée, plage de vitesse allant jusqu'à 4500 tr / min (3893xg).

Capacité : 4 x 100 mL

4 x (2 x 50 mL)

4 x (5 x 20 mL)

4 x (20 x 5 mL)

Responsable: Ph. Arpagaus

préparation d' échantillons

High-speed ultracentrifuge

Centrikon T-1080, Kontron, Instrument



Explication: high-speed centrifugation with a rotor till 100'000xg about 24'000 rpm

Responsable: John Poté

préparation d' échantillons

Micro-organism cultures Incubators



Explication: For culture of microorganisms with (without) agitation from the temperature of 4 to 45°C.

Responsable: John Poté

3. Analyse

préparation

analyse

Préparation (labo)

- | | |
|--|-----------|
| - Dispositif de filtration (Pompe à vide) | 1 |
| - Etuves | 2 |
| - Tamis 125 microns – 5mm | ~2 séries |
| - Balance Mettler AT250 (0.01mg/0.1mg – 50g/200g) | 1 |



Analyses optiques (labo)

- | | |
|--|---|
| - Loupes binoculaires Leica S6E & Olympus SZ40 6x-40x | 7 |
| - Loupes binoculaires Leica M205 + tube photo & Olympus SZH 70x-640x | 2 |
| - Microscope Leitz 40x-1000x | 1 |



Analyses chimiques (labo)

- | | |
|---------------------------------------|---|
| - Spectromètres portables HACH DR2000 | 2 |
|---------------------------------------|---|

Responsables du matériel LEBA: Dominique.Auderset@unige.ch (physico-chimie)

Emmanuel.Castella@unige.ch (faune), David.Mccrae@unige.ch

(optique)

analyse

Calorimètre de combustion

Ensemble d'appareil fragile
demandant une initiation.

Utilisation de O₂ sous pression!

Calorimètre de combustion

Parr

Responsable: E. Pampaloni



analyse

Type d'équipement:
Four 1000 °C



Explication: Dosage de la matière organique et des carbonates par oxygénéation à haute température.

Responsable: Philippe Arpagaus

analyse

Balance AT2001



Explication: 0.1/0.01 mg of precision .

Responsable: John Poté & Claudia Causio

analyse

Spectrophotométrie (HACH-LANGE)



Appareillage de terrain

- Boîte Hach DR-2000 et DR 3800 (domaine visible 325 à 900 nm)
- Cellules de 25 mL
- Réactifs complexants pour les cations et anions majeurs, espèces métalliques et oxydes métalliques (phosphate, sulfate, nitrate, nitrite, silice, chrome, ammonium, fer libre, DCO, etc.)
- Sensibilité de l'ordre du mg/L

Principe

Ces spectrophotomètres d'absorption sont pré-programmés pour la quantification de divers éléments et composés inorganiques contenus dans l'eau. L'analyse de l'élément ou du composé est réalisée suite à une complexation de celui-ci avec le réactif ajouté qui développe une couleur. Cet appareillage très utilisé pour les analyses sur le terrain donne d'excellents résultats.



Responsables

Serge Stoll, Frédéric Loosli, Arnaud Clavier

Participation financière demandée pour l'achat des réactifs

analyse

Shimadzu TOC-5000A



Explication: Pour dosage **dans l'eau** du TC, IC, TOC, DOC.

Avec un catalyseur haute sensibilité, il permet une limite de détection de l'ordre de 10 ppb de carbone total.

Responsable: Ph. Arpagaus

analyse

Chromatographie Ionique



Appareillage

- Dionex ICS-3000
- Analyses d'Eaux (ions majeurs)
- Cations: Lithium, Sodium, Ammonium, Potassium, Magnésium, Calcium et autres cations sur demande
- Anions: Nitrates, Nitrites, Chlorures, Chlorates, Fluorures, Sulfates, Sulfites, Phosphates, Bromures, Bromates et autres ions inorganiques sur demande
- Sensibilité de l'ordre de 0.1 mg/L selon élément



Principe

La chromatographie ionique est une technique séparative et d'analyse d'espèces ioniques inorganiques ou organiques en solution. La séparation se fait par échange d'ions sur une phase stationnaire comportant des groupes fonctionnels porteurs de charges électriques.

Responsables

Serge Stoll, Frédéric Loosli, Arnaud Clavier

Participation financière demandée pour achat des standards, tubes d'échantillonnage, eaux certifiées, etc (env 40 CHF/analyse)

analyse

Coulter Counter Multisizer II

Applications

- Distribution en taille de particules → diamètre sphérique équivalent
- Comptage de particules
- Particules monodisperses ou polydisperses
- Mesure de taille de $1\mu\text{m}$ à $30\mu\text{m}$
- Permet d'étudier des cinétiques de coagulation, agrégation et flocculation (stabilité de suspensions colloïdales), clarification d'eau, etc

Responsables

Serge Stoll, Frédéric Loosli

Participation financière demandée pour achat des standards, tubes d'échantillonnage, Isoton.



analyse

Coulter Counter (Multisizer III)



Explication:

Le compteur détecte le changement de la résistance électrique lorsque l'on fait passer un électrolyte contenant des particules ou des cellules.

Les cellules, n'étant elles-mêmes pas conductrices, génèrent une variation de la résistance. Cette variation dépend de la taille (volume) de chaque particule comptée.

Application:

- Comptage de microorganismes
- Taille des microorganismes entre 0.4 μM à 1200 μM
- Volume d'échantillons 1 mL

Responsables: Vera Slaveykova, Séverine Le Faucheur

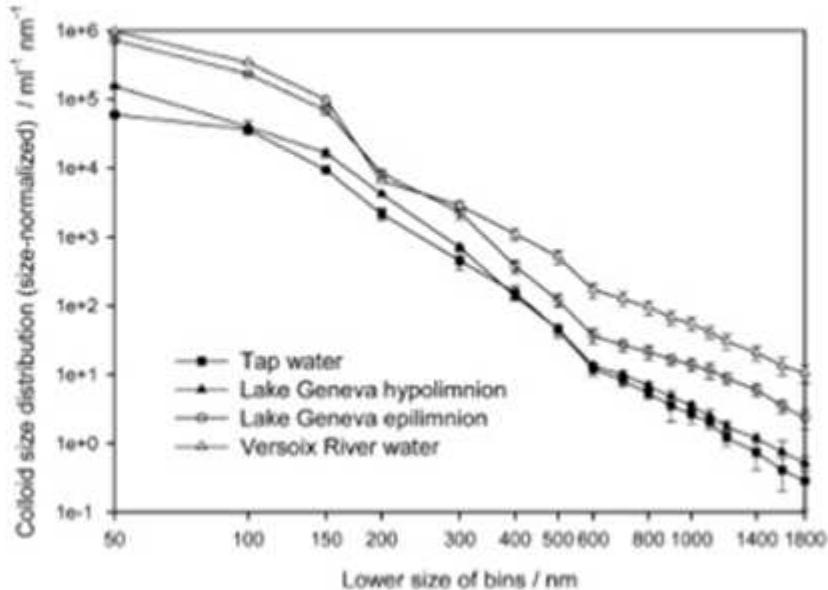
analyse

Single Particle Counter

Type d'équipement: Analyse des eaux / particules : labo – « terrain »

Principe de fonctionnement: Diffusion d'un faisceau laser par des colloïdes isolés

Gamme de mesure : « 0.05 » – 20 µm



Conditions: 100 mL de suspension, 50 min par mesure

Participation aux frais : oui (voir avec le responsable)

Responsable: J.-L. Loizeau

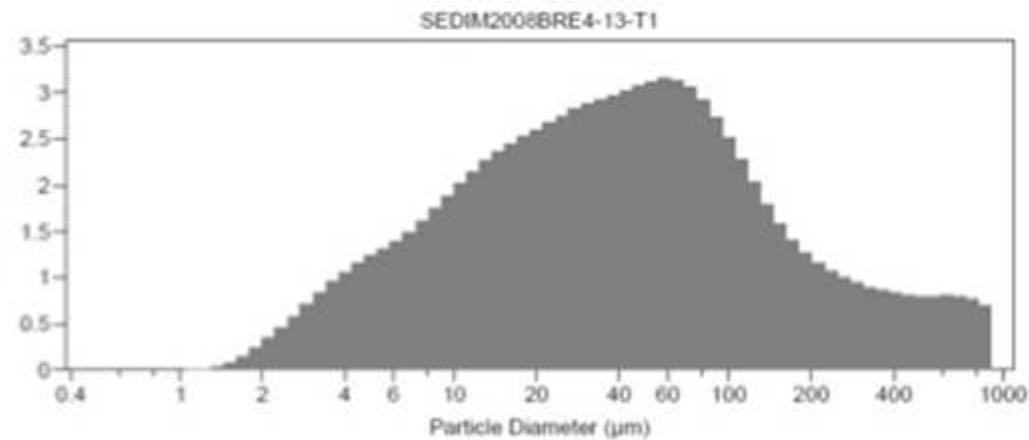
analyse

Granulomètre Laser Coulter LS-100

Type d'équipement: Analyse des sédiments : labo

Principe de fonctionnement: Diffraction d'un faisceau laser par des particules en suspension

Gamme de mesure : « 0.4 » – 900 µm



Conditions: Sédiments secs ou humide, 200mg – 2g, 10 – 15 min par mesure

Responsables: J.-L. Loizeau, A.D. Le

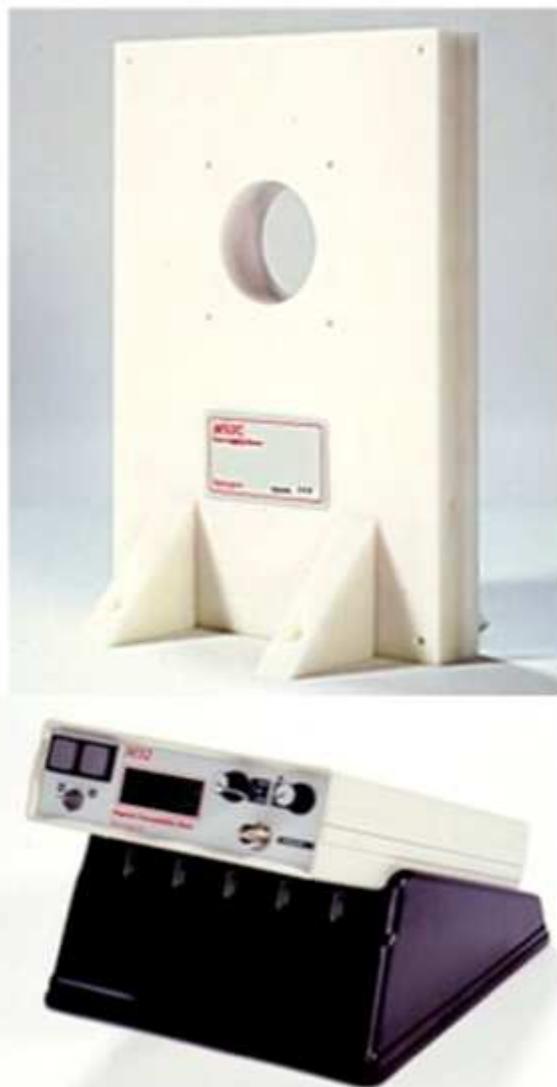
analyse

Susceptibilité magnétique

Explication:

La susceptibilité magnétique est un paramètre physique **non-destructive** de la matière, qu'indique le comportement de celle-ci lorsqu'elle est soumise à un champ magnétique externe.

Cette mesure peut se révéler d'un intérêt double. D'une part couplée avec d'autres mesures magnétiques permet de déterminer les variations de la nature des minéraux magnétiques et par là d'en déduire une histoire du bassin versant (déforestation, brûlis). D'autre part, elle permet d'effectuer des corrélations entre carottes de sédiments.



Responsables: D. Ariztegui (**Geol**) et J.-L-Loizeau (**Forel**)

analyse

Appareil de Spectroscopie de Corrélation de Fluorescence (FCS)



Appareillage

- Confocor (Zeiss)
- Détermination de coefficient de diffusion d'espèces fluorescentes dans des matrices complexes
- Détermination du rayon hydrodynamique de composés colloïdaux, nanoparticules, etc
- Processus d'interactions entre composés colloïdaux

Responsable

Serge Stoll

Participation financière demandée pour achat des standards, cellules de mesures.

analyse

Malvern ZetaSizer Nano : Mesure de taille et potentiel zeta

Possibilités

- Mesure de la **taille** d'objets, assemblages nanométriques (1 à 3000 nm)
- Mesure du **potentiel zeta** (**charge effective** dans un milieu donné)
- **Titration** des particules (détermination du Point de Charge Nul (PCN) en fonction du pH)

Présence d'un titrateur

- Etude de cinétique de coagulation de nanoparticules
- Interaction entre nanoparticules et composés environnementaux

Responsables

Serge Stoll, Frédéric Loosli



Participation financière demandée pour achat des standards et cellules de mesures.

analyse

NanoSight LM 14: visualisation et mesure de tailles de particules (10-1000nm)

Possibilités

- Mesures de tailles de particules et courbes de distribution
- **Détermination de coefficients de diffusion**
- Mesure de cinétiques d'agrégation
- Excellent complément à des techniques de diffusion de la lumière
- Interaction entre nanoparticules et composés environnementaux, émulsions, Nanovésicules, cosmétiques, échantillons d'eau, nanotubes, etc

Responsables

Serge Stoll, Frédéric Loosli



Participation financière demandée pour achat des standards et consommables

analyse

ZetaSizer 2000 : Mesures de potentiels zeta et mobilités électrophorétiques

Possibilités

- Mesures très précises du potentiel zeta (**charge effective** dans un milieu donné)
- **Titration** de particules (détermination du Point de Charge Nul (PCN) en fonction du pH)
- Optimisation électrostatique de processus de coagulation
- Mesures de mobilités électrophorétiques dans le domaine colloidal
- Interaction entre nanoparticules et composés environnementaux

Responsables

Serge Stoll, Frédéric Loosli



Participation financière demandée pour achat des standards et cellules de mesures.

analyse
ICP-MS 7700, Agilent-Series



Explication: The ICP-MS 7700 Agilent-Series has been developed to handle the toughest sample types with ease, due to its high-performance sample introduction, matrix tolerant interface and fast, frequency matching RF generator. A collision/reaction cell is utilized in to remove spectral interferences that might otherwise bias results. Helium (He) mode is already established as the *only* reliable cell method for complex and variable samples, because it filters out *all* polyatomics, even unidentified ones. Used for Environmental Laboratories Analyzing trace metals

analyse

iCAP 6000 Series ICP-OES Spectrometer, Thermo



The iCAP 6000 Spectrometer Series is a range of inductively coupled argon plasma optical emission spectrometers (ICP-OES) which use an Echelle optical design and a Charge Injection Device (CID) solid-state detector to provide elemental analysis. Most samples are liquids that are pumped through a nebuliser to produce a fine spray. The large droplets are removed by a spray chamber and the small droplets then pass through to the plasma. The residual sample decomposed to atoms and ions that become excited and emit characteristic light which is measured, giving a measurement of the concentration of each element type in the original sample. Used for Environmental Laboratories Analyzing trace and majors metals

analyse

Type d'équipement: Spectronic 1201

Spectrophotomètre gamme de 190 à 950 nm



Explication: pour dosage des formes du phosphore dans les sédiments, PT, PO, PI, PA et PINA
ainsi que dans l'eau, phosphore total et ortho-phosphate (phosphore bio-disponible)

Responsable: Ph. Arpagaus

analyse

Elemental Analyzer, PerkinElmer®

Explication:

C, H, N, and S analyzer in solids (powders)

Le système comprend

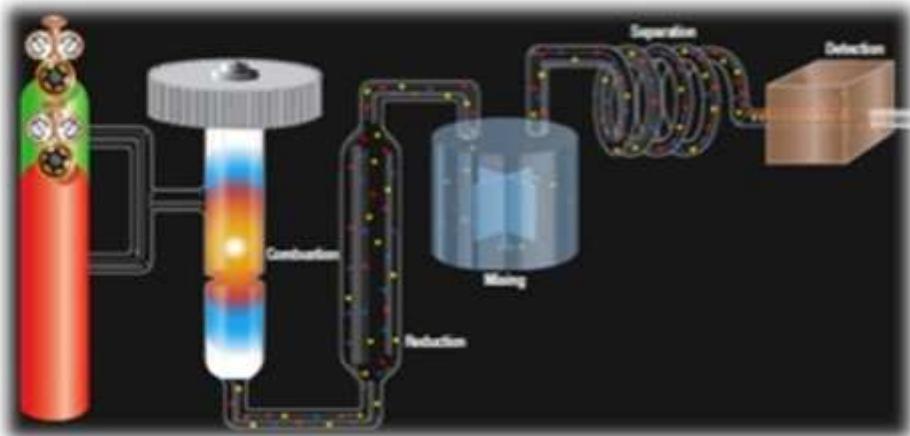
- CHNS elemental analyzer
- Autobalance with interface



Presently under final instalation/calibration

Responsible: D. Ariztegui (Geol)

Financial contribution for consumables
by users desirable and highly encourage
Estimation: 20 CHF/sample



analyse

Micro X-Ray fluorescence (μ -XRF)

Explication:

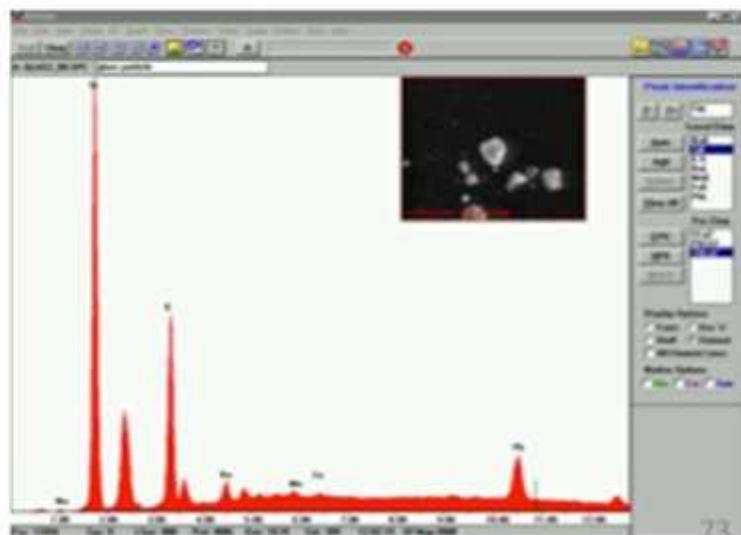
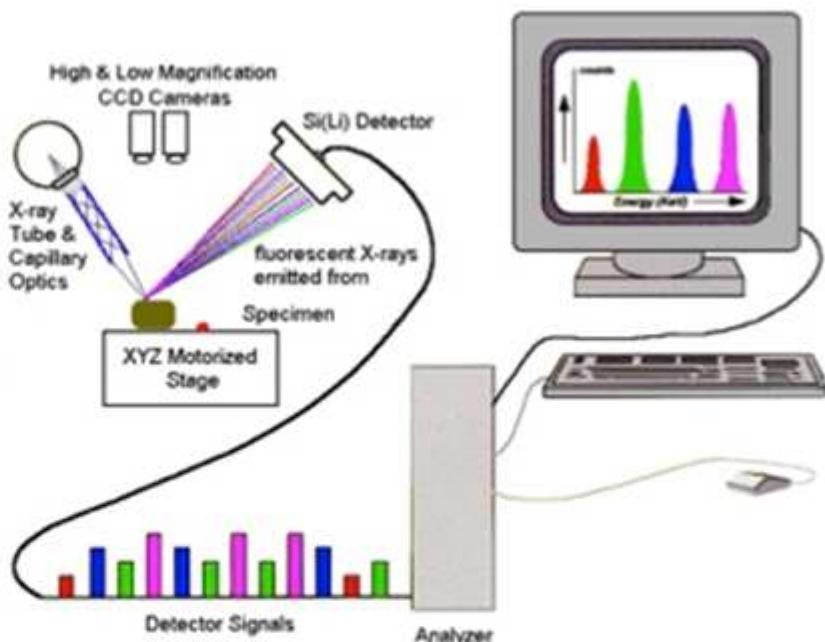
It measures relative elemental variations (qualitative) in solids and liquids by X-ray fluorescence at ultra high resolution (100 μm scale)

It can be used in:

- 10 cm pieces of sediment cores
- thin-sections
- water samples
- powders

It works under both atmospheric and vacuum conditions

Responsible: D. Ariztegui (Geol)



analyse

Equipement analytique: Mercure

Type d'équipement: Détermination du mercure total (THg) et méthyle-mercure (MMHg) dans l'eau et les matrices solides (suspension, sédiment, organismes)

| Mesures | Principe | Matrices | Instrument |
|---------|---|---------------------------------------|-------------|
| THg | Combustion-Absorption Atomique (AAS) | Solide | AMA 254 |
| THg | Oxydation – purification – spectrométrie atomique de fluorescence (AFS) | Eau et solide (suspension, colloïdes) | Tekran 2600 |
| MMHg | Génération d'hydrure – piège cryogénique- chromato. gazeuse (GC) - AFS | Eau | Tekran 2500 |
| MMHg | Extraction – ethylation- GC - AFS | Eau et solide | Tekran 2500 |



THg solide: AMA 254



THg l'eau: Tekran

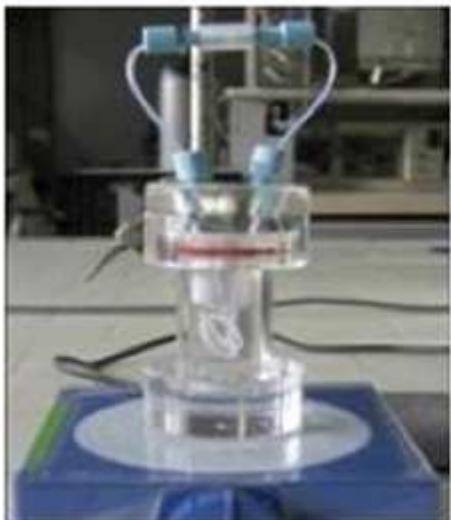


MMHg: Ethylation

Responsable: Bian Liu (jusqu'au ± juillet 2011), après ?

analyse

Permeation liquid membrane (PLM)



Explication

Cette technique est basée sur le transport sélectif et facilité (carrier-mediated) du métal à analyser à travers une membrane hydrophobe. Dépendamment de la mise au point du PLM, la **concentration du métal libre et/ou de ses espèces labiles** peut être déterminée à partir de leurs flux respectifs à travers la membrane.

Détection de métal par ICP-MS

Applications

Détermination de la concentration en métal libre et en espèces labiles (Cd, Zn, Ni, Cu, Pb) dans des solutions synthétiques ou des échantillons d'eaux naturelles (volume requis/analyse \approx 50 mL)

Ce n'est pas une technique de routine et demande un travail de mise au point préliminaire

Responsables:Vera Slaveykova, Séverine Le Faucheur

analyse

Diffusive gradient in thin films (DGT)



Appareillage

Un échantillonneur DGT est constitué d'un support en plastique dans lequel sont successivement disposées une couche de résine Chelex imprégnée, une couche de diffusion en hydrogel et une membrane filtrante.

Principe

Les métaux dissous sous forme « **labiles** » migrent à travers le gel de diffusion et se fixent sur la résine. Leur concentration sera calculée à partir du coefficient de diffusion du métal dans le gel et des propriétés spécifiques de l'échantillonneur. La détection de métal dans l'échantillonneur est faite par ICP-MS

Applications

Détermination *in situ* de la concentration des espèces labiles du métal étudié (Cd, Zn, Ni, Cu, Pb) dans des eaux naturelles

Pour un analyse 3-5 unités DGT sont nécessaires;

Contribution financière au achat des unités DGT

Ce n'est pas une technique de routine et demande un travail de mise au point préliminaire

Responsables:Vera Slaveykova, Séverine Le Faucheur

analyse

Technique de l'échange ionique (IET)

Appareillage



Microcolonne contenant des billes de résine échangeuse d'ions (type DOWEX 50W-8), formées de styrène et divinylbenzène et recouvertes de groupements fonctionnels sulfoniques $-SO_3OH$.

Principe

Cette technique est basée sur la mise en équilibre de la solution contenant le métal à analyser et de la résine échangeuse d'ions. La concentration de métal liée à la résine est alors directement proportionnelle à la **concentration de l'ion libre** en solution.

Détection de métal liée à la résine par ICP-MS

Applications

Détermination de la concentration en métal libre (Cd, Zn, Ni, Cu, Pb) dans des solutions synthétiques ou des échantillons d'eaux naturelles (volume requis/analyse $\approx 200\text{ mL}$)

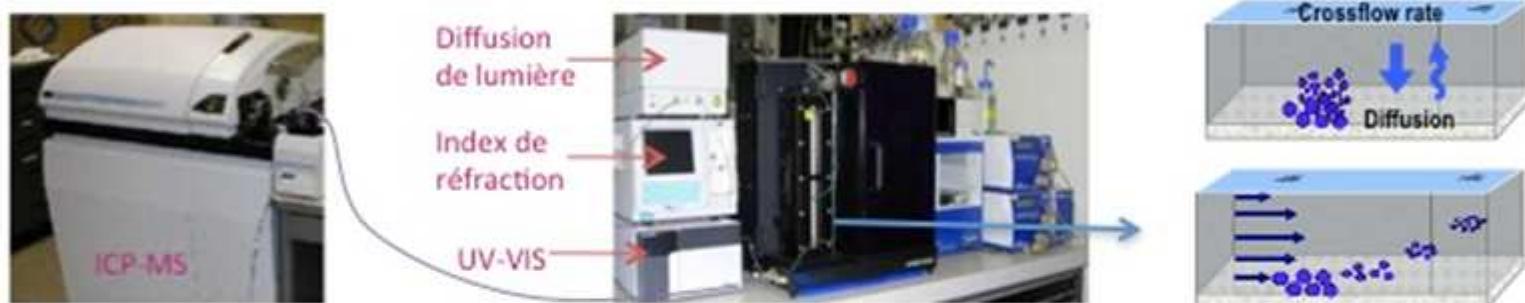
Ce n'est pas une technique de routine et demande un travail de mise au point préliminaire

Responsables: Vera Slaveykova, Séverine Le Faucheur

analyse

Platform de séparation et analyse: A4F

Assymetrical flow field - flow fractionation-multidetection system



Explication:

Constitué d'un canal de séparation et de détecteurs de UV-VIS, index de réfraction et diffusion de lumière multiangle; prévu d'être couplé avec ICP-MS et mise à niveau avec un détecteur de fluorescence; permet la *séparation* des colloïdes, nanoparticules, organelles cellulaires, virus, biopolymères (et métaux associés) selon leurs diffusivité (taille); large gamme de tailles 1nm – 1 μ m (0.45 μ m); permet la *caractérisation* par détection multiple des moyennes et distributions de masse molaire, rayon hydrodynamique, « shape factor » etc..., et la caractérisation absolue en ligne avec couplage diffusion de lumière multiangle; ainsi que la *quantification* de métaux associés avec ces « particules », si couplé en ligne avec ICP-MS

Ce n'est pas une technique de routine et demande un travail de mise au point important
Pour plusieurs mesures - une contribution au frais des consommables

Responsables: Vera Slaveykova, Séverine Le Faucheur

analyse

Cytométrie en flux (Accuri C6)



Explication:

Analyse simultané de multiple caractéristiques cellulaires et déterminer le mode d'action toxique des polluants en laboratoire et terrain directement ou après ajout d'un marqueur spécifique (ex. ADN, pigments, abondance);

Volume de l'échantillon de 30 µL à 5ml maximum

Responsables: Vera Slaveykova, Séverine Le Faucheur

analyse

Laboratoire de culture de microorganismes photosynthétiques



Explication: Espace aménagé avec un autoclave , hotte à flux laminaire, incubateur spécialisé pour le phytoplancton, centrifugeuse

Responsable: Vera Slaveykova, Séverine Le Faucheur

analyse

Microscope à fluorescence (Olympus BX61)



Explication:

Microscope équipé de deux lampes, une lampe ordinaire pour une observation classique par transmission et une lampe à arc pour la fluorescence (+ une camera):

3 filtres correspondant aux fluorochromes les plus utilisés:

- rhodamine et ses dérivés -> émission dans le rouge
- fluorescéine et ses dérivés -> émission dans le vert
- DAPI -> émission dans le bleu.

Application:

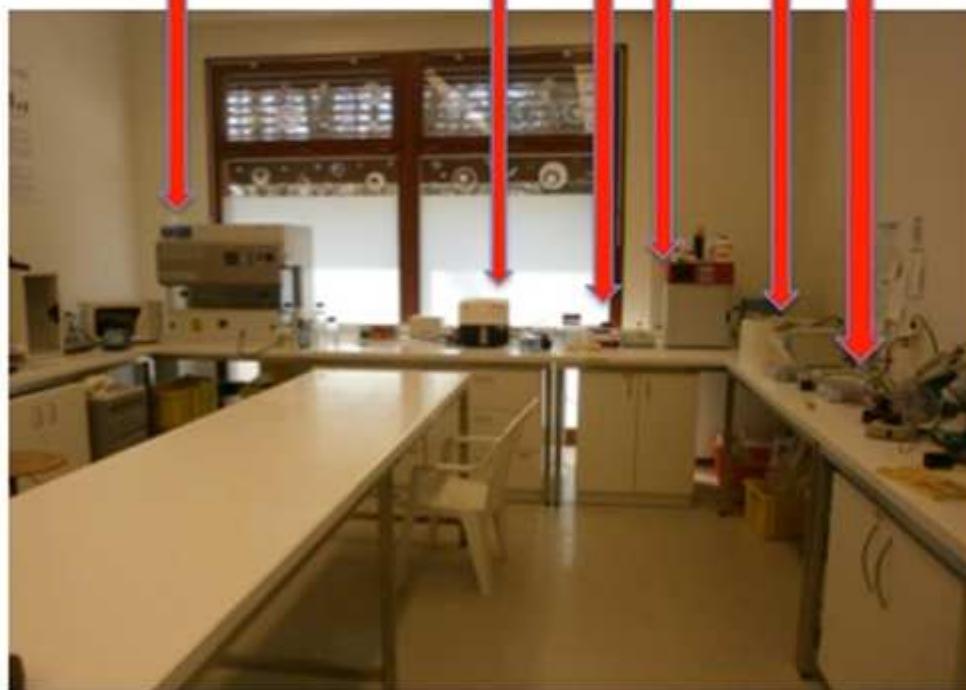
Identification et caractérisation des espèces planctoniques (ex. fluorescence naturelle du phytoplancton) et/ou après ajout d'un marqueur spécifique; Dédié au développement d'une station de puces à cellules vivantes pour le suivi de la qualité de l'eau de surface; Approprié pour des travaux de biologie moléculaire

Responsables: Vera Slaveykova, Séverine Le Faucheur, John Poté

Molecular analysis

analyse

Laminar hotte with U.V.
Illumina RT-PCR
Biometra for PCR
Image Gel doc
Spectrophotometer
Electrophoresis cuves



Explication: Basis materials for microbiology and molecular biology. DNA extraction and quantification, PCR amplification, Real Time PCR, Agarose Gel and image gel doc and clonage.

Responsable: John Poté & Claudia Cosio

analyse

Simulateur solaire (Abet Technologies Sun 3000 AAA costumized version)

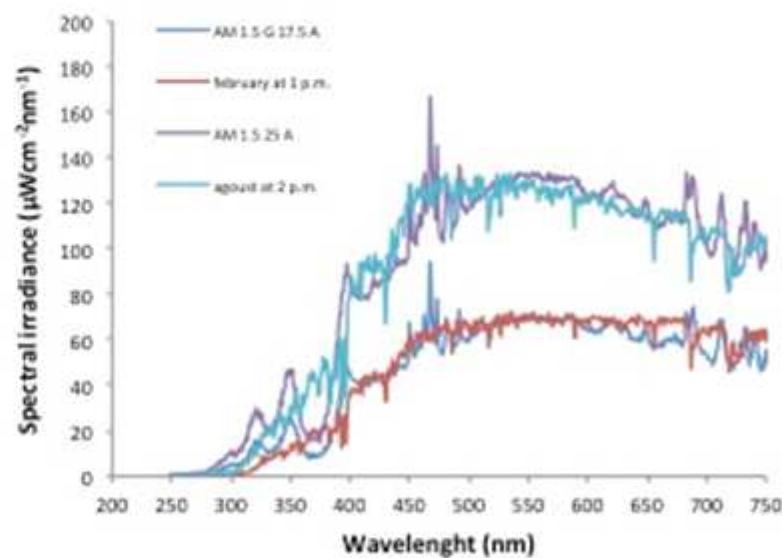
Explication:

Cet instrument permet de reproduire différents types d'irradiation de lumière solaire en laboratoire. Notre version faite sur mesure permet un changement entre deux configurations, l'une en spectre total dans lequel les PAR (photosynthetically active radiation) et UV sont reproduits, and l'autre en configuration UV, où seuls les rayons UV sont produits. De plus, avec l'utilisation de différentes combinaisons de filtres, différents spectres d'irradiance peuvent être obtenus.



Filtres disponibles:

- Air Mass 1.5G filter
- AE filter
- UVC blocking filter
- UVB/C blocking filter
- UVA/B/C blocking filter



analyse

Spectri light ILT950 spectroradiometer and analysis software

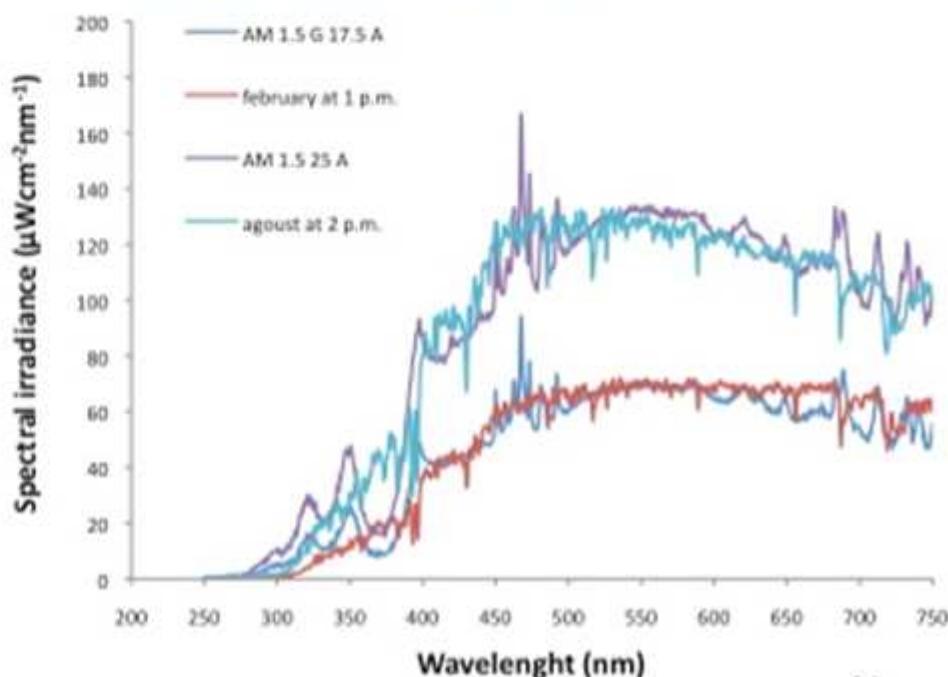
Explication:

Le spectrophotomètre ILT950 est utilisée pour mesurer la lumière dans un intervalle de longueur d'onde entre 250-1050 nm. Les données sont collectées en utilisant un logiciel d'analyse de données.



Les informations disponibles sont:

- Irradiance (total, UVA, UVB, UVC) et illuminance
- Analyse chromatique
- Longueur d'onde dominante et complémentaire; pureté de la couleur
- « General color rendering Index (CRI) » et 15 « special color rendering indices »
- « Correlated Color Temperature (CCT) »



Application:

Analyse de la lumière

Responsable: Vera Slaveykova, Giulia Cheloni

analyse

Analyses biologiques: Uni-Lite NG luminometer

Explication:

It measures ATP (adenosine-5'-triphosphate) in both sediments and waters that provides chemical energy for cell metabolism.

As ATP cannot be stored or preserved, it is an **indicator of in situ bacterial activity**

Le système comprend

- Uni-Lite NG luminometer
- Disposable clean-trace testers (4.50 CHF/test)

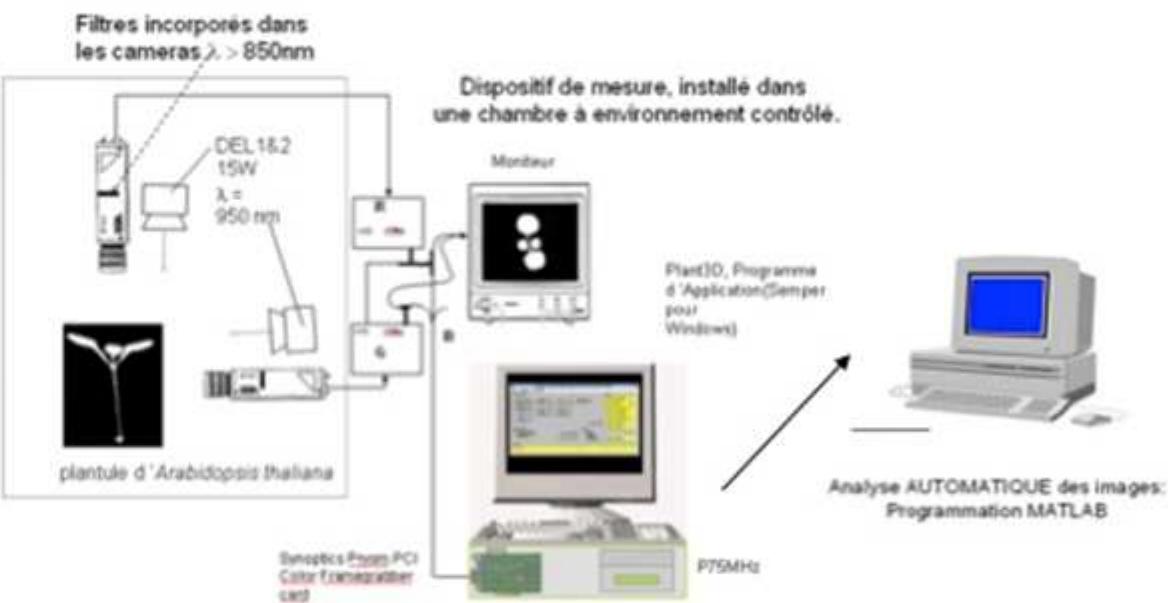
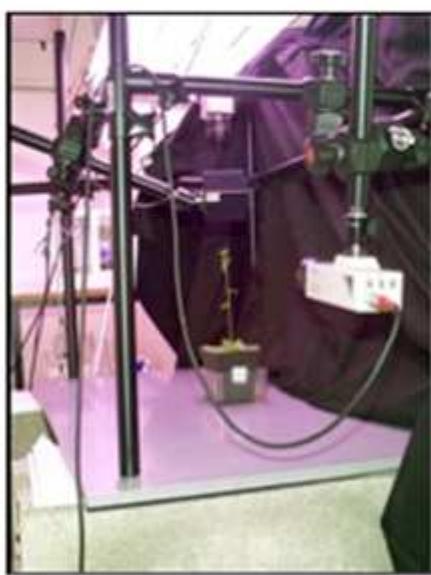
Responsible: D. Ariztegui (**Geol**)

Financial contribution for consumables by users desirable and highly encouraged



analyse

Physiomatique végétale : Cameras 3D – IR

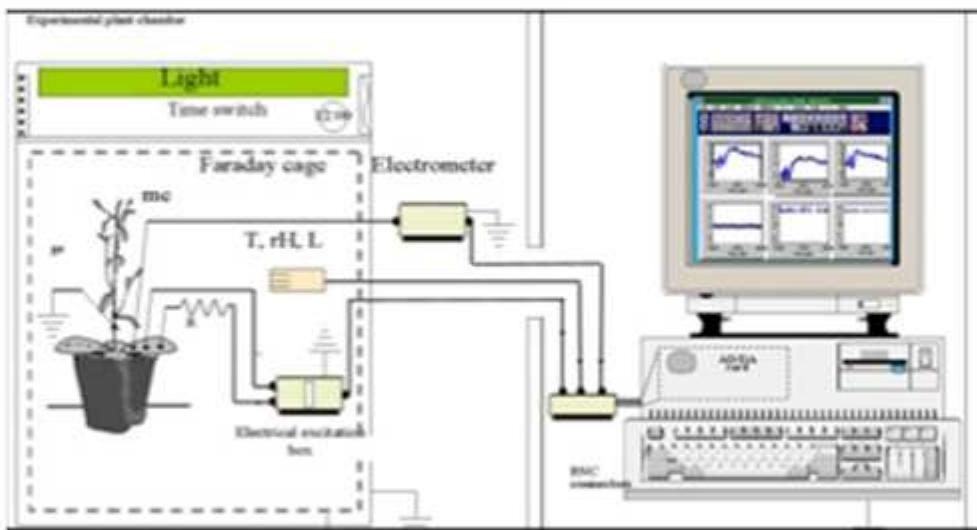


Explication: Installation de mesure de mouvements et changements de formes (à l'obscurité et à la lumière) par réflexion Infra-rouge et analyse d'image.

Responsable: R. Degli Agosti, Laboratoire de Physiomatique végétale (Batelle)

analyse

Electrophysiologie végétale I (16 canaux)

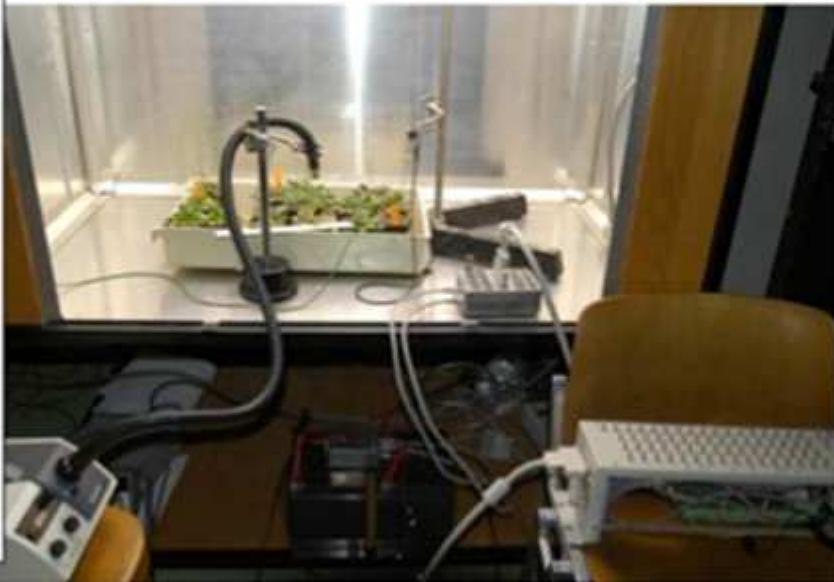
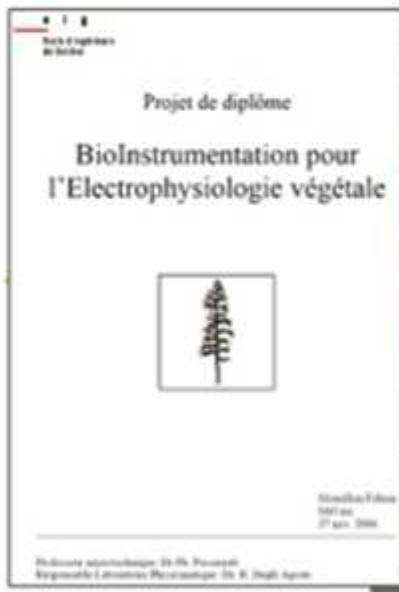


Explication: Installation de mesure de potentiels de Variation et d'Action chez les végétaux avec excitation (stimulation) électrique programmable.

Responsable: R. Degli Agosti, Laboratoire de Physiomatique végétale (Batelle)

analyse

Electrophysiologie végétale II (64 canaux)



Explication: Installation de mesure de potentiels de Variation et d'Action chez les végétaux.
64 canaux différentiels avec gestion LabView.

Responsable: R. Degli Agosti, Laboratoire de Physiomatique végétale (Batelle)

analyse

Dynamique de la fluorescence de la chlorophylle (HANDY PEA, Hansatech)

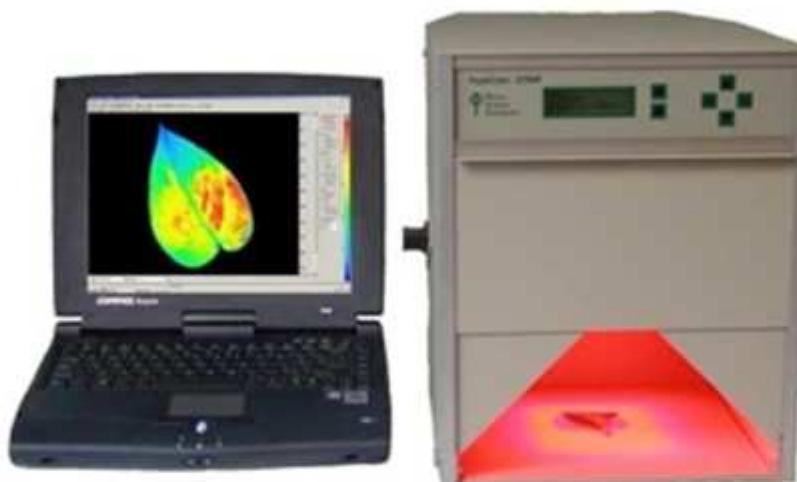


Explication: Installation de mesure rapide ($\geq 10 \mu\text{s}$) et non-invasive de la dynamique de fluorescence de la chlorophylle.

Responsable: R. Degli Agosti, Laboratoire de Physiomatique végétale (Batelle)

analyse

Imagerie de fluorescence de la chlorophylle



Explication: Mesure de la dynamique de fluorescence ($>=0.1$ s) de la chlorophylle lors de la photosynthèse végétale avec résolution spatiale.

Responsable: R. Degli Agosti, Laboratoire de Physiomatique végétale (Batelle)

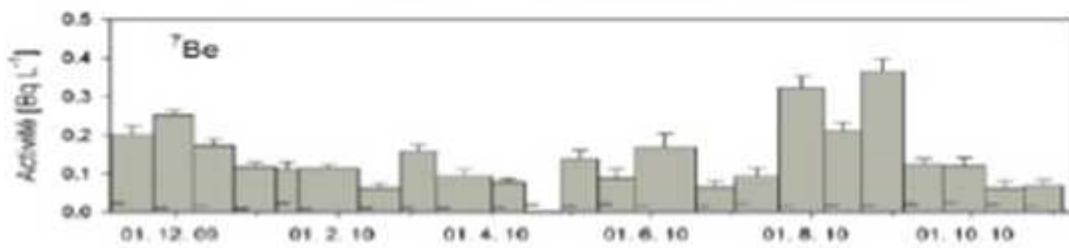
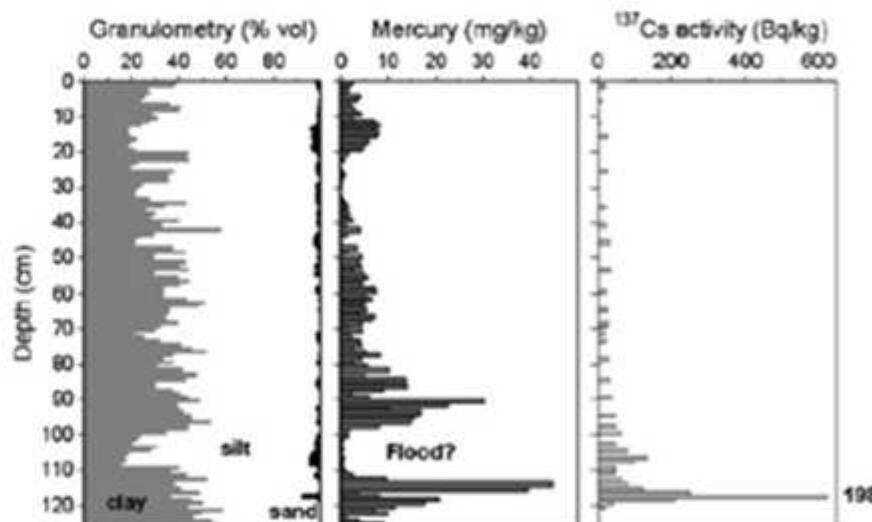
analyse

Spectrométrie gamma, 4 détecteurs Ortec et PGT

Type d'équipement: Analyse des eaux / particules : labo

Principe de fonctionnement: Détection des émissions de rayons g

Gamme de mesure : dépend des radioisotopes ~ 1 Bq/kg (30 – 1500 keV)



Conditions: 1- 5g sédiment sec ou 40mL de solution, 1 – 3 jours par échantillon

Responsables: J.-L. Loizeau, N. Graham

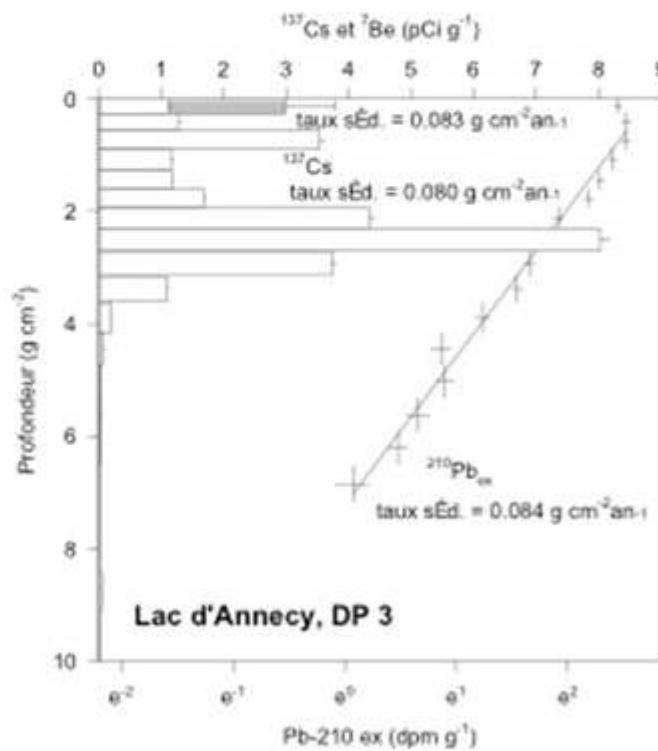
analyse

Spectrométrie alpha, 4 détecteurs Ortec

Type d'équipement: Analyse des eaux / particules : labo

Principe de fonctionnement: Détection des émissions de rayons a

Gamme de mesure : dépend des radioisotopes ~ 1 mBq/kg



Conditions: 1g sédiment sec, préparation, 1 – 3 jours par échantillon

Responsables: J.-L. Loizeau, P. Arpagaus

4. Autres: Conservation, stockage,
etc.
(liste très! incomplète)

expérimentation

Culture d'organismes aquatiques

Microcosme



Explication: Constitué d'un bain-marie équipé d'un cryostat permettant de réguler la température de l'eau et d'un éclairage. Eventuellement relié à un système de pompes permettant de renouveler l'eau en continu. Actuellement utilisé à 20°C et 16h jour/8h nuit.

Responsable: C. Cosio

Chambre froide, env. 8 frigos, congélateurs



Explication: Espace de stockage qui sera toujours! Insuffisant. Obligation de mettre nom, n°d'échantillon et date (surtout pour échantillons liquides).

Responsables: Tous les utilisateurs (gendarmes: D. Ariztegui, Ph. Arpagaus)

Freezer

NUAIRE ultralow Freezer till -86°C



Responsable: John Poté & Claudia Cosio

5. Informatique spécialisé, GIS

UNIGE / UNEP/GRID-Geneva

~12 Desktops/Laptops used for GIS/Remote Sensing analysis (including 3 machines for internship)



Main Printing devices



2 X A4 Color Laser
Dell 3110CN



1 X A3 Color Laser
OKI 8600DN



1 X A0 Color Plotter
HP Designjet Z6100PS



1 Calculation Server



Dell Poweredge R710

- Voluntary Computing Infrastructure for GIS (XtremWeb)
- 1-10 Virtual GIS Desktop Cluster Win 7 64bits + Win XP (ArcGIS 9.3 or 10)
- 1 GRASS 7 Desktop Debian 64bits (20Gb)

Xen Virtualisation Server 1



Dell Poweredge 2950

- PreView Portal
- EDE portal
- GRID WPS server
- ArcGIS Server (envirogrids)
- Geonetwork du GRID
- SALB Geonetwork & GRID Broker
- EDE portal Maroc
- ...

Xen Virtualisation Server 2



Dell Poweredge 2950

- Afromaison Ushahidi
- GRID web server
- AfroMaison geonetwork
- Acqua geonetwork
- envirogrids Geonetwork
- PreView Mali Portal
- ...



Dell Poweredge R510
ArcSDE 10 Database server



Synology RX-810
GIS File Server
(Afromaison + GRID Orion)



Dell PowerEdge 2850
GRID CERN Access point
(GRIDUI-Ganga)



Dell Precision 390
Licence Server ERDAS



Dell Precision 390
Licence Server Ecognition

Responsable: A. Lehmann

UNIGE / ISE – Battelle D

1 Serveur DELL PowerEdgeTM 2900III
Geodatabase ArcSDE / Postgres
geodb.unige.ch



1 Serveur DELL PowerEdge T300
ArcGIS server
sdi.unige.ch



1 serveur DELL PowerEdge 2650
Geoportal server
geoportal.unige.ch



1 NAS Synology DX510 + DS1010+
Stockage géodonnées
129.194.80.100



6. Archéologie préhistorique et anthropologie: Matériel de sondage, de fouille, de préparation et d'analyse

Archéologie préhistorique et anthropologie

Matériel de fouilles

LAP – 18 Acacias

- Abris tunnel en plastique

Actuellement en prêt au service cantonal d'archéologie sur les fouilles de Chancy



Dimension : 8m x 10m

Archéologie préhistorique et anthropologie

Génératrice

LAP – 18 Acacias

- Briggs & Stratton 133200 (année 1990)

chantier Borgosesia
(gr. Eremita)



Archéologie préhistorique et anthropologie

Aspirateurs LAP – 18 Acacias

- 6 Nilfisk G 8

2: chantier Borgosesia (gr. Eremita)

5: chantier Grande Rivoire



- 1 Taski S2

LAP-Acacias 18



Archéologie préhistorique et anthropologie

Mesures

LAP-18 Acacias

2 niveaux de chantier

1: chantier Grande Rivoire

1: LAP-18 Acacias



WBH E.10-32
(avec accessoires)

GPS
Garmin 62s



Théodolite Kern K1A
avec trépied
(chantier Grande Rivoire)



Analyses et moulage d'objets archéologiques
LAP-18 Acacias

Système de purification d'eau Purite
select HP40 avec cuve de 20 litres



Analyses et moulage d'objets archéologiques
LAP-18 Acacias

W&H Perfecta LA-3

pour des travaux
techniques sur tous
les matériaux



Analyses et moulage d'objets archéologiques
LAP-18 Acacias



Laveur ultrasons S-line 5,75



Balance summit 60G/ 0,1 MG

Analyse LAP-18 Acacias

Microscope Wild
M 3



Microscope digital 1.3MP /
Résolution 1280x 1024. Dino lite
AM 413T PRO



Archéologie préhistorique et anthropologie

Analyse LAP – 18 Acacias

LOUPE BINOCULAIRE

Leica Stereozoom S6D 0.63x-4.0x
(acquisition 2011)

- Oculaire 10x
- Caméra digitale DFC 295 Leica
- Source pour fibre optique LED KL200 + fibre optique col de cygne 500mm



Analyses et moulage d'objets archéologiques
LAP-18 Acacias



Compresseur pour laboratoire
Power 150
230v / 8bar capacité 3 L

Atelier
LAP-18 Acacias

Compresseur ARWIN 50-250 v



Matériel de fouilles
LAP – 18 Acacias

Mesures topographiques

**Théodolite électronique avec mesure de distance infrarouge: Leica
TC-500**

Equipement:

- Unité TC-500.
- Trépied en bois.
- Trépied de mesure en alu.
- Perche de mesure en alu.
- Prisme unidirectionnel.
- Prisme multidirectionnel.
- Chargeur, caisse de transport.



Archéologie préhistorique et anthropologie

Matériel de fouilles LAP – 18 Acacias

Mesures topographiques

Equipement de GPS Trimble avec système de correction GPRS

Equipement:

- Unité d'antenne R4.
- Contrôleur Recon.
- Perche de mesure en fibre de verre avec support contrôleur.
- Abonnement de correction GPRS Swipos pour la Suisse.
- Chargeurs, caisse de transport.



Ce matériel appartient au Service de renaturation des cours d'eau
(DIME).

Responsable: Pierre CORBOUD – pierre.corboud@unige.ch
Laboratoire d'archéologie préhistorique et anthropologie - 18 route des Acacias

Matériel de fouilles LAP – 18 Acacias

GPS Garmin GPSmap 62

Equipement:

- 1 unité GPSmap 62.
- Pas de cartes intégrées.



Matériel de fouilles

LAP – 18 Acacias

Appareil photo numérique étanche 10 m

Equipement:

- Appareil numérique 12 Mpix. de marque Olympus Stylus Tough-8000.
- Chargeur et étui.



Matériel photographique

Une chambre photographique pour les rondelles de pieux

Equipement:

- Chambre photo avec éclairage.
- Caméra numérique.



Bateau avec moteur hors bord et trappe à l'avant

Equipement:

- Coque de type Lehmann, dim. 570 x 205 cm.
 - Moteur Yamaha 60 cv.
-
- Nombre de places: 8
 - Nombre de places conseillé: 4
 - Amarré habituellement vers la jetée des Eaux-Vives



Matériel de fouilles

LAP – 18 Acacias

3 équipements de plongée étanches pour l'eau froide

Equipements:

- 3 bi-bouteilles 2 x 8 litres.
- 3 combinaisons étanches SFTech.
- Détendeurs, plombs, palmes.
- Caisses de transport.

Equipements de
plongée étanches



Matériel de fouilles

LAP – 18 Acacias

Compresseur à air comprimé Bauer Mariner 250 E

Equipement:

- Compresseur à moteur électrique, débit 250 l/min.
- Tableau électrique avec pressostat et purge automatique.

Matériel de plongée



Ce matériel appartient au Service de renaturation des cours d'eau (DIME).

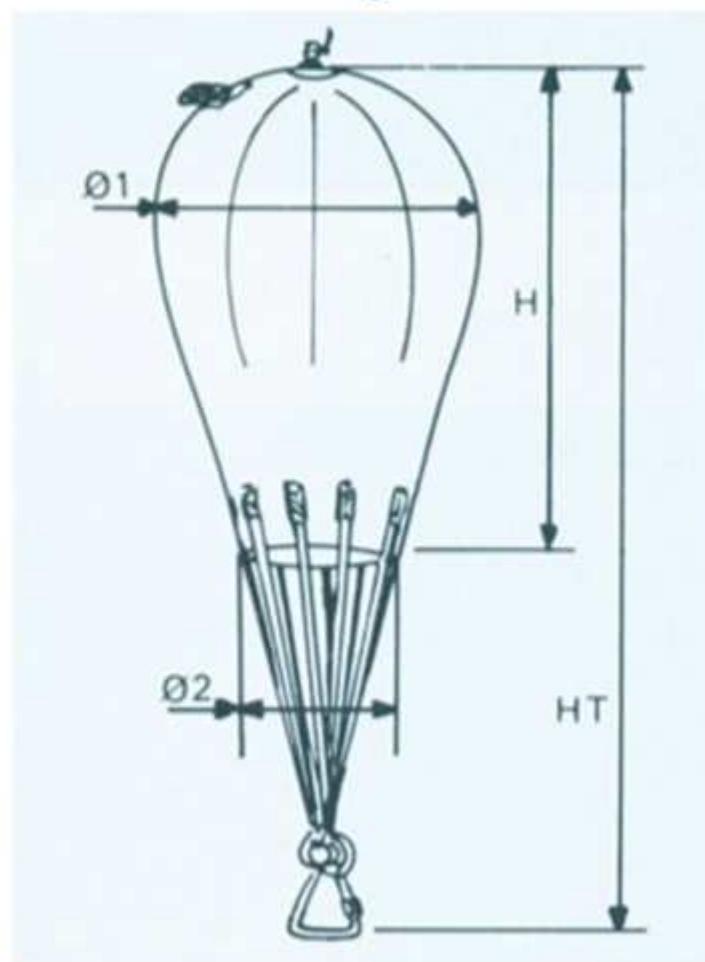
Matériel de fouilles
LAP – 18 Acacias

Parachute de levage sous-marin de
1000 litres

Equipement:

- Un parachute de levage PRONAL prévu pour lever des charges de 1000 kg.

Matériel de levage sous-marin



Matériel

LAP – 18 Acacias

Matériel d'échantillonnage

Soudeuse électrique pour sachets en polyéthylène

Equipement:

- Soudeuse thermique, largeur 30 c



Archéologie préhistorique et anthropologie

Matériel

LAP – 18 Acacias

Matériel d'échantillonnage

Scie électrique Bosch à lames alternées

Equipement:

- Scie Bosch GFZ 16-35 AC Professional.
- Support de coupe métallique.
- Prévue pour l'échantillonnage des pieux de chêne pour la dendrochronologie.



Matériel de fouilles LAP – 18 Acacias

Matériel de carottage

Matériel de carottage manuel, pour terrain humides

Equipement:

- 2 têtes de sonde «russe» 50 cm.
- 2 têtes de sonde gouge 100 cm.
- 2 barres allonge 100 cm.
- 2 poignées à visser.



Matériel de fouilles

LAP – 18 Acacias

Matériel de carottage

Matériel de carottage manuel sous-marin

Equipement:

- Une pince en acier pour des tubes de 50 à 52 mm de diamètre externe.
- 8 tubes en inox.
- 15 gouttières en PVC.
- Un banc d'extrudage avec treuil (à réparer).



LAP – 18 Acacias

Matériel de communication

Emetteurs-récepteurs

Equipement:

- 2 paires d'émetteurs récepteurs Swissvoice Twin 400
2 appareils rouges / 2 appareils orange.
- Avec chargeurs.
- Portée jusqu'à 10 km.

