

CAHIER DES CHARGES -PLATEFORME DE SEDIMENTOLOGIE-GEOARCHEOLOGIE

LAMPEA UMR 7269 CNRS – VINCENT OLLIVIER - JUILLET 2017

OBJECTIFS

Une plateforme efficace

En dehors des pratiques classiques de la sédimentologie où l'essentiel des équipements est dédié aux analyses granulométriques, il s'agira ici de répondre aux questionnements d'ordres archéologiques et paléoécologiques de manière rapide, efficace à partir de matériels de laboratoire modernes et simples d'utilisation. L'expérience ayant démontré que la profusion de protocoles et de manipulations

trop complexes et chronophages entrave la réalisation des analyses, ralentit l'obtention des résultats, retarde les réorientations et complexifie la transmission des savoirs faire. L'originalité du projet de plateforme se positionne donc sur la capacité d'une grande partie des équipements à directement analyser sur le terrain afin de sélectionner ce qui est à approfondir avec le matériel statique de laboratoire.

**RAPIDITE, EFFICACITE,
SIMPLICITE, MODERNITE...**

DES BESOINS VARIES...DE LA PLURIDISCIPLINARITE DIPEE = diversité des laboratoires

Sur les 6 unités (plus une fédération de recherche) intégrées au DIPEE AMU, au moins 4 (LAMPEA, IMBE, ADES, ECCOREV) sont directement concernées par les expertises géomorphologiques et géoarchéologiques qui seront développées. Cela passe bien évidemment par des besoins spécifiques et de précision nécessitant souvent le

traitement d'échantillons en laboratoire. Leur forme, composition et origine est inféodée aux besoins et thématiques scientifiques de ces différentes UMR (environnement, archéologie, anthropologie). Il convient donc de monter cette plateforme en tenant compte de cette diversité d'exigences.

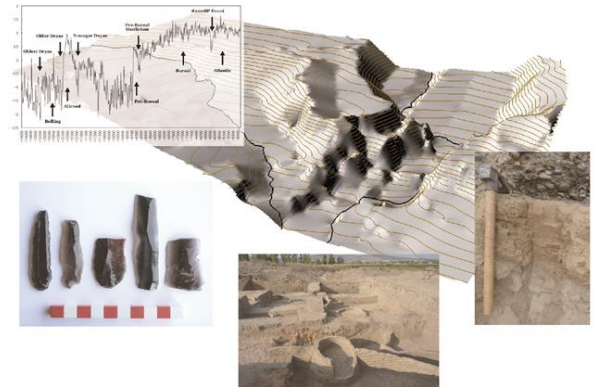
CADRE THEORIQUE

L'ouverture de l'unité vers les pratiques modernes de laboratoire en géomorphologie et géoarchéologie, notamment au travers de la création d'un poste d'Ingénieur de Recherche CNRS-DIPEE-INEE dans ces domaines, nécessite la création d'une plateforme technique spécifique répondant aux démarches analytiques et aux problématiques des laboratoires de recherche du DIPEE AMU.



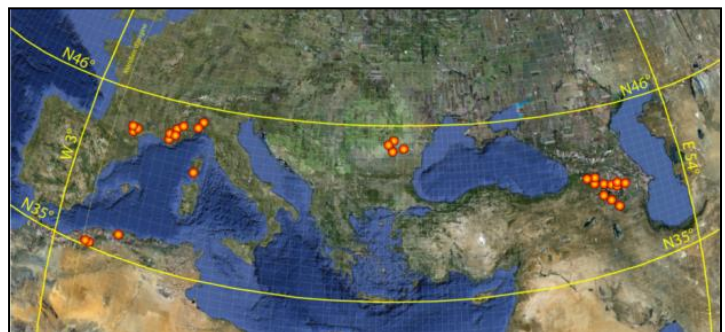
SOMMAIRE

- 1- Types d'analyses essentielles, **p.3**
- 2- matériel (disponible et à acquérir) et coût **p.10**
- 3- Aménagement des locaux **p.11**
- 4- Règles de sécurité/formations liées à l'utilisation de matériel spécifique p.11
- 5- Bilan **p.12**
- 6- Annexes (devis) **p.13**



Du terrain au laboratoire...

Vincent Ollivier IR CNRS DIPEE-INEE
 LAMPEA UMR 7269 CNRS
 MMSH
 5, rue du Château de l'Horloge
 13094 Aix en Provence cedex 2



1- Types d'analyses essentielles au LAMPEA-DIPEE

Les classiques fondamentaux...

Analyses physico-chimiques des sédiments.

- La granulométrie (colonne sèche ou humide)

La granulométrie a pour objet la mesure de la taille de particules élémentaires ou de grains. Ceci dans l'objectif, par exemple, de définir les conditions d'érosion et de dépôt et la nature des processus mis en cause. Les méthodes qui permettent cette mesure doivent être reproductibles ; c'est pourquoi elles suivent des normes strictes. Ces méthodes sont le tamisage, les méthodes optiques, le tri par fluide ou les méthodes électriques. La granulométrie consiste aussi en l'analyse de la distribution statistique des classes de tailles d'une collection de grains. Dans le cadre des manipulations classiques, outre les colonnes de tamis, il faut ajouter un bac à ultrason adapté, et un bac de décantation à placer sous l'évacuation des liquides afin d'éviter la sur-sédimentation du réseau et faciliter l'évacuation des éventuels polluants (eau oxygénée, etc...).

- La matière organique

La mesure du taux de matière organique (MO) sédimentaire (ou dosage du carbone organique total), l'analyse de ses caractéristiques et de sa distribution, dans des affleurements naturels ou en sondages permet de reconstituer des évolutions paléoenvironnementales et paléoclimatiques (pédogenèses, contenus anthracologiques et polliniques, notamment). Les méthodes conventionnelles sont par exemple : perte au feu, méthode chimique (contraignante car utilisation d'oxydants, bichromates de potassium et acide sulfurique, et de réactifs type sel de Mohr, sulfate d'ammonium et de fer(II) hexahydraté), méthode optique (pour les restes paléoécologiques), voie colorimétrique directe (là aussi utilisation d'un protocole usant des produits chimiques).

- La calcimétrie

La calcimétrie est une mesure directe du taux de carbonate de calcium contenu dans un échantillon. Le calcimètre permet de mesurer le volume de CO₂ dégagé par action de l'acide chlorhydrique (HCl) sur le carbonate de calcium (CaCO₃) d'un échantillon de sol ou de roche. Le calcimètre le plus répandu est le calcimètre de Bernard. A titre d'exemple, la calcimétrie réalisée sur les différents faciès compris dans les séquences travertineuses (Ollivier, 2006 et 2011) permet de dresser une courbe des fluctuations de la carbonatation, processus fortement dépendant des hausses et baisses de la température atmosphérique. L'élévation de la température engendre de manière quasi systématique une hausse de la carbonatation alluviale ou lacustre et le développement des travertins. A l'inverse, un refroidissement climatique, même très rapide, ralentit ou inhibe la production de carbonates biogéniques. Compte tenu de la sensibilité des systèmes travertineux aux oscillations climatiques et aux perturbations de leur biotope, cet outil est prépondérant pour tenter de définir la part climatique dans les mutations paysagères. Au niveau des sédiments détritiques, leur degré d'alimentation par érosion des bassins versant ou leur niveau d'évolution pédologique peuvent être aussi estimés par cette méthode.

- La micromorphologie

La micromorphologie étudie l'organisation microscopique des sédiments meubles ou des roches altérées, et l'éventuelle évolution de ces sédiments et de leur contenu anthropique (os, dents, charbons). Les différentes étapes d'une étude micromorphologique sont : les prélèvements ; l'imprégnation ; l'induration ; le montage ; l'observation ; la restitution des résultats. Sur le terrain, des blocs de sédiments non perturbés et orientés sont prélevés à l'aide de bandes plâtrées ou de boîtes de Kubiena dans les profils pédologiques, les coupes stratigraphiques ou les structures archéologiques. Ceci, afin de préserver la structure de l'échantillon et de réaliser des observations à la binoculaire et/ou au microscope sous lames minces. En laboratoire, pour pouvoir étudier ces sédiments, les blocs sont préalablement imprégnés par une résine transparente fluide. Après séchage et durcissement durant 1 mois environ, les échantillons indurés sont sciés et montés en lames minces. L'épaisseur de l'échantillon sur la lame ne devra dépasser les 30 à 35 μm (niveau d'observation des quartz en lumière polarisée, blanc/gris). L'observation macroscopique est réalisée à l'œil nu. L'observation mésoscopique et microscopique s'effectue principalement à l'aide d'un microscope polarisant (MPol). La lumière analysée permet de déterminer les différents minéraux présents. L'observation au microscope permet d'obtenir des renseignements sur la microstructure du sédiment, sur les caractéristiques des minéraux et des autres constituants. Ces informations permettent d'appréhender les processus de formation des dépôts sédimentaires, leur évolution dans le temps, mais aussi de reconnaître d'éventuels traits pédosédimentaires résultant de l'anthropisation des sédiments.

- L'exoscopie et la morphoscopie des quartzs

L'exoscopie est basée sur l'identification puis l'interprétation de deux cent cinquante caractères de base qui permettent de replacer dans leur ordre chronologique les divers épisodes vécus par les grains de sable au cours de leur histoire, et dans certains cas leur origine géographique exacte. Chaque environnement naturel est caractérisé par un ensemble de facteurs d'origines diverses (physiques, chimiques, mécaniques, biologiques) qui laissent à la surface des grains de quartz des traces de forme et de taille différentes. Pour étudier les infimes caractéristiques et modifications de ces grains de quartz, on a recours à la microscopie électronique à balayage (MEB ou SEM pour Scanning Electron Microscopy)

La morphoscopie est la détermination statistique des différents types de grains de quartz dans les dépôts sableux. La technique consiste à trier par tamisage les principales fractions granulométriques d'un sédiment, puis à classer les grains par observation à la loupe binoculaire (grandissements de 5 fois à 80 fois) pour tenter de déterminer leurs milieux de dépôt. Ce classement tient compte de deux critères : la forme des grains ; leur aspect de surface. A. Cailleux aboutit ainsi à trois catégories principales de grains : les « Non-Usés » (dits « NU »), les « Emoussés-Luisants » (dits « EL ») et les « Ronds-Mats » (dits « RM »).

Autres méthodes, nouvelles technologies, in & out

Le In

-Pour la granulométrie :

Le granulomètre optique automatisé peut gérer une plage de mesure de 20 µm à 20 mm, idéal pour analyser la forme et la taille de particules de poudres sèches et pulvérulentes et de matières en vrac. L'analyse optique de la forme et de la taille de particules permet de détecter des particules endommagées, des impuretés, des agglomérats ou des particules hors format de manière exacte et rapide. Les résultats peuvent être contrôlés à l'aide d'images individuelles. Le système permet la mesure rapide et efficace de la taille des particules. Selon les quantités d'échantillons, la durée de mesure peut être inférieure à 5 minutes, le résultat étant disponible immédiatement. Le granulomètre optique automatisé est idéal pour un contrôle de qualité confortable, tout comme pour les applications de recherche et de laboratoire et offre une alternative rapide au tamisage.

Alternative au tamisage – rapide et bon marché

Pour des tamisages fréquents et à grands volumes seulement trois opérations : remplissage de l'échantillon, démarrage de la mesure, lecture du résultat. Aucune pesée préparatoire et finale, aucun montage de tour de tamisage, aucun nettoyage compliqué n'est nécessaire. En supprimant le calibrage et l'achat de tamis, les frais ultérieurs sont nettement réduits. On obtient non seulement des résultats équivalents concernant la distribution des tailles de particules, mais aussi des informations précieuses sur la forme des particules. La visualisation des résultats de tamisage suivant les normes est intégrée directement dans un logiciel d'évaluation.

Analyse rapide de la forme et de la taille des particules

- Plage de mesure très large de 20 µm à 20 mm, pouvant être adaptée de manière individuelle
- Caméra haute performance à objectifs télécentriques
- Bibliothèque détaillée pour la description de morphologies
- Générateur de rapports pratique pour une représentation individuelle des résultats

-Pour la matière organique (MO) :

La pyrolyse Rock-Eval

C'est une méthode physico-chimique rapide d'étude de la MO sédimentaire. Les paramètres obtenus permettent : 1) de caractériser l'état d'évolution thermique de la MO, immature ou mature, 2) de quantifier la proportion de carbone organique dans les sédiments, 3) d'avoir une première idée des sources biologiques de cette MO. Outil : Rock-Eval, appareil de type RE6 Turbo.

Analyseur élémentaire CHNS-O

L'analyseur élémentaire CHNS-O permet la détermination rapide de la teneur en carbone, hydrogène, azote, soufre et oxygène dans les matières organiques et d'autres types de matériaux en se basant sur la combustion totale du prélèvement sous courant d'oxygène et sous pression. Les produits de la combustion ou de la pyrolyse (pour O) sont séparés sur une colonne chromatographique et mesurés sur

un détecteur à conductibilité thermique. Le CHNS-O a la capacité de traiter une grande variété de types d'échantillons : solides, liquides et visqueux.

- ***L'analyse spectrale des lamines de CaCO_3 couplée (ou non) aux analyses isotopiques***

Les analyses du spectre de fréquence des doublets de lamines et les mesures isotopiques (isotopes stables de l'oxygène et du carbone, $\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$) des concrétionnements calcitiques travertineux. Elles permettent dans un premier cas de définir les composantes périodiques du climat, dans un second, ces caractéristiques (humidité, température).

L'analyse spectrale utilise la variation binaire classique lamine claire/lamine sombre qui est en relation avec la cristallographie de la calcite, elle-même reflet des conditions physico-chimique environnementales. Pour chaque catégorie, la croissance de l'épaisseur des lamines est fonction du taux de percolation et/ou de la durée de la saison en question (Genty & Quinif, 1996). Il suffit donc, en première analyse, de mesurer l'épaisseur des lamines. Cette composition binaire simple a pour intérêt d'être représentative de l'hydrologie de la source et de pouvoir être décomptée comme des varves ou comme des cernes de bois. L'accrétion calcitique est considérée comme représentative et proportionnelle à la durée de la saison humide. L'épaisseur du doublet est un paramètre approchant celui de la pluviométrie annuelle. C'est ce dernier paramètre qu'il faut chercher à restituer sur la séquence temporelle étudiée. Plusieurs méthodes d'analyse spectrale permettant de rechercher et de quantifier les cyclicités des séries sédimentaires peuvent être utilisées. A titre d'exemple, dans le logiciel Analyseries version 1.2 (Paillard et al., 1996), le modèle de Fourier avec la méthode Blackman Tukey (1958) ou encore le modèle ARMA avec la méthode du maximum d'entropie (Ulrich & Bishop, 1975) sont plus particulièrement développés. L'analyse spectrale permet donc de retrouver les composantes physiques périodiques du climat par la mesure de l'épaisseur et le comptage des doublets de lamines. Ces composantes sont particulièrement bien connues aujourd'hui pour l'Europe du Sud grâce aux données météorologiques (Oscillation Nord-Atlantique, Oscillation Arctique, Quasi-Biennial Oscillation, etc.).

L'étude des isotopes stables de l'oxygène et du carbone ($\delta^{18}\text{O}$ et $\delta^{13}\text{C}$) est possible car la précipitation de la calcite (CaCO_3), qui constitue les travertins à près de 95 %, intervient à température ambiante. Le $\delta^{18}\text{O}$ de la calcite est corrélé à celui des eaux atmosphériques et enregistre ainsi majoritairement les variations de la température moyenne annuelle, aux effets de source et d'accumulation près. Le $\delta^{13}\text{C}$ de la calcite des travertins dépend, lui, de l'abondance des pluies et de l'hydrologie (en fonction du type et de la densité du couvert végétal). Des études antérieures ont démontré l'important potentiel de ces isotopes stables comme marqueur climatique dans les travertins holocènes (Padzur et al., 1988; Andrews et al., 1994, 1997; Andrews, 2006). Des courbes de variations relatives des paléotempératures et des paléoprécipitations peuvent ainsi être obtenues afin de mieux caractériser les moteurs des mutations paysagères de même que les effets cumulatifs d'origine climato-anthropiques dans les modalités de la morphogenèse quaternaire.

Le in & out

- **La susceptibilité magnétique**

La susceptibilité magnétique (SM), qui traduit la capacité de tout corps à acquérir une aimantation induite sous l'effet d'un champ magnétique. Dans une roche sédimentaire la SM traduit essentiellement les proportions de carbonates (diamagnétiques), d'argiles (paramagnétiques) et d'oxydes magnétiques (ferro- et ferrimagnétiques). C'est donc un marqueur du rapport détritisme /production carbonatée et donc un proxy sous influence climatique. Cette qualité en fait un marqueur privilégié pour analyser dans les séries sédimentaires les variations paléoclimatiques, les évolutions pedosédimentaires, l'occurrence de feux/incendies,...

Pour mesurer la SM les possibilités sont : (1) un appareillage de laboratoire (MFK-1A, Agico) pour mesurer des échantillons, (2) un appareillage MS2 (Bartington) avec une sonde MS2E pour mesure sur surface de carotte de forage et une sonde MS2K pour le terrain, et (3) une sonde de terrain SM-20 (ASC Scientific).

- **La spectrocolorimétrie-spectrophotométrie**

Mesure la couleur d'un matériau donné et renseigne ainsi sur ses paramètres trichromatiques (teinte, saturation, luminance ou réflectance), sa courbe spectrale et le métamérisme. Ceux-ci sont replacés dans un espace tridimensionnel de représentation des couleurs. Les applications sont : la mesure (envisageable sur tous matériaux, poudres, solides...) de la couleur d'un échantillon, son évolution, test de blancheur etc. , et la comparaison des paramètres mesurés par rapport à des nuanciers de couleurs étalons (NCS peintures, Munsell sols). Application en sédimentologie et en pédologie afin de connaître une partie des évolutions subies et les milieux de sédimentation (gley de zone humide, eutrophisation, altération, fersiallisation, ferralitisation...).

- **La calcimétrie digitale**

Le calcimètre digital mesure et donne la concentration de carbonate. Ce type de calcimètre est particulièrement adapté aux mesures en plein champ. Basé sur la méthode de Scheibler, il mesure la hausse de la pression compensée par la température après l'application d'acide chlorhydrique. Avec cette méthode il permet de remplacer l'appareil de Scheibler de laboratoire, et donne alors accès à la détermination du taux de carbonate sur site. Une sonde de mesure de l'humidité est intégrée, ce qui permet de mesurer l'humidité du sol, et d'appliquer une correction d'un sol sec sur les valeurs lues. Ce qui élimine l'étape de séchage obligatoire.

- **L'analyseur portable XRF**

La spectrométrie de fluorescence des rayons X (XRF pour X-ray fluorescence) est une technique d'analyse chimique utilisant une propriété physique de la matière, la fluorescence de rayons X. Lorsque l'on bombarde de la matière avec des rayons X, la matière réémet de l'énergie sous la forme, entre autres, de rayons X ; c'est la fluorescence X, ou émission secondaire de rayons X. Le spectre des rayons X émis par la matière est caractéristique de la composition de l'échantillon, en analysant ce spectre, on peut en déduire la composition élémentaire, c'est-à-dire les concentrations massiques en éléments.

Le out

- **Le carottier russe**

Le carottier russe est en réalité une sorte de gouge. La partie contenant l'échantillon est un demi-cylindre muni d'une pointe pleine que l'on enfonce manuellement dans le sol. Ce demicylindre (50 cm) est recouvert par une plaque fine dont l'un des bords est tranchant, et pivotant autour de son axe.

Le carottier est donc enfoncé en position fermée jusqu'à la profondeur de prélèvement désirée (jusqu'à 10m). Puis, le demi-cylindre est ouvert par une rotation du carottier de 180° dans le sens des aiguilles d'une montre, découpant ainsi un échantillon non remanié et l'emprisonnant derrière la plaque servant d'ancrage. Lorsque le prélèvement est terminé, le carottier refermé est remonté verticalement. Attention, le préleveur de tourbe est adapté aux sols très meubles uniquement. Pour garantir une excellente stabilité, les connexions entre les rallonges, la poignée et le carottier comportent un pas de vis de type conique.

Le set standard comprend une poignée, neuf rallonges, une tarière EDELMAN pour sols combinés, le carottier pour sols meubles, une poignée intermédiaire, des accessoires et une valise de transport en aluminium.

Avantages du Carottier russe

- Prélèvements dans les sédiments saturés ET non saturés
- Corps en acier inoxydable, convient pour toutes les analyses
- Principe simple de la gouge à clapet
- Le large clapet garantit que rien ne se perd de l'échantillon
- Prélèvements efficaces de tourbe jeune et de sédiments
- Prélèvements ponctuels à toutes les profondeurs (en terrain tendre)
- Peut être utilisé par n'importe qui

Remarques

- L'épaisseur de la pointe limite sa pénétration dans les terrains résistants
- La pointe repousse de côté les racines des plantes aquatiques

Applications

- Études environnementales.
- Interprétation visuelle de la structure d'un horizon de sol.
- Prélèvement de sédiments mous.
- Recherche en paléontologie, géomorphologie, etc...

- **Le carottier Cobra**

Cet équipement est généralement utilisé pour travailler dans des sols durs qui présentent notamment des horizons caillouteux. Selon les modèles, il est possible de prélever des échantillons de sol non remaniés (carottier motorisé pour colonne de sol) ou très légèrement remaniés (carottier à percussion). Les échantillons obtenus par la technique de carottage à percussion ont subi un remaniement minimum. Les gouges à percussion pouvant traverser les gravats, le système peut être utilisé dans les zones de

décharges, de remblais et les zones urbaines. Ces gouges peuvent aussi bien être utilisées au-dessus comme au-dessous du niveau de la nappe. Ce système peut aussi être utilisé lors de forage manuel avec tubage de soutènement pour passer une éventuelle couche supérieure de remblais.

- **Le scléromètre (marteau de Schmidt)**

Le marteau de Schmidt (Schmidt hammer), appelé également scléromètre à béton, est un appareil mécanique portable développé à partir des années 1950, permettant le contrôle rapide et non destructif de la qualité d'un matériel sur la base de la mesure d'une valeur de rebondissement (Schmidt, 1950). La valeur de rebondissement (valeur-R) est proportionnelle à la résistance à la compression de la surface de la roche qui, pour une même pétrographie soumise à des conditions climatiques similaires, est proportionnelle au degré d'altération de la roche (McCarroll, 1989; Laustela et al., 2003). Tenant compte de l'histoire du transport de la roche, qui peut influencer la rugosité de surface de l'échantillon à mesurer, il est possible de faire des datations relatives de l'âge d'exposition de la roche aux agents atmosphériques sur la base des valeurs-R. Des valeurs élevées indiquent des âges jeunes, et vice-versa. Le marteau de Schmidt a été passablement utilisé à partir des années 1980 dans les études d'environnements glaciaires et périglaciaires, en particulier pour la datation relative de la surface des moraines. Ici des applications pour la datation de porches de grottes ou de cavités sont aussi envisagées.

Les traitements informatisés

- **Sédimentologie**

Gradistat version 8, distribution de la taille des grains et statistique pack pour l'analyse des sédiments non-consolidés.

- **Modélisation**

Rockworks version 17 (version 15 actuellement), modélisation géométrie de subsurface (logiciel recherche pétrolière) dont les fonctionnalités sont adaptables aux analyses géoarchéologiques. Différents types de données intégrables, tels que la stratigraphie, lithologie, les données quantitatives, les intervalles de couleur, les données de fracture et de l'hydrologie et les données aquifères.

- **Colorimétrie**

SpectraMagicTMNX, logiciel de mesure, d'inspection et de contrôle de couleur adaptable aux besoins de l'industrie mais aussi de la pédologie/sédimentologie. Se couple au spectrophotomètre, spectrocolorimètre.

- **Analyse spectrale**

Analyseries version 1.2 (Paillard et al., 1996), le modèle de Fourier avec la méthode Blackman Tukey (1958) ou encore le modèle ARMA avec la méthode du maximum d'entropie (Ulrich & Bishop, 1975). Une approche intégrée également disponible avec PaleoPlot.

3- Aménagement des locaux

Compte tenu de l'espace nécessaire aux manipulations, stockage, et au positionnement adéquat du matériel, une nouvelle estimation de la surface octroyée à la plateforme de géoachéologie (actuellement environ 25m²) est à envisager. Le nombre de paillasse et d'évier, ainsi que leur équipement est également à déterminer et budgéter.

Matériel	Disponibilité au LAMPEA et état.	Devis	Prix
Paillasse x2	1, bon	En cours	-
Evier & décantation x2	1, bon	En cours	-
Tables x2	2, moyen	En cours	-
Armoire de stockage adaptée produits chimiques x 2	1, dégradé	En cours	-
Frigo stockage carottes x1	non	En cours	-
Hotte aspirante x2	non	En cours	-
Etuve x2	1, bon	En cours	-
Etagères x2	3, dégradé	En cours	-
Banc de découpe carottes x1	non	En cours	-
Bureau x1	non	En cours	-
Ordinateur tour x1	non	En cours	-
Petit matériel x2	Oui, bon	En cours	-
Consommable (produits chimiques adaptés)	Non	En cours	-
Surface additionnelle minimale à envisager : 5-10m² surface obtenue in fine 30m² (+5m²)			

4- Règles de sécurité/formations liées à l'utilisation de matériel spécifique

Afin d'effectuer les analyses dans le cadre légal de sécurité, il conviendra d'établir et afficher un règlement et un rappel des consignes-règles de manipulation (Hygiène et Sécurité AMU & CNRS) à suivre. Idem au niveau des consignes AMU MMSH de sécurité incendie. Trois types de formations sont nécessaires et/ou à envisager :

Type de formation	Effectuée	Coût
Pour XRF : Formation Personne Compétente en Radioprotection (PCR)	Mai & septembre 2018 Formation PCR de niveau 2 industrie-recherche	Prise en charge DR12 CNRS
Premier Secours	Formation SST prévue en octobre 2018	Prise en charge DR12 CNRS
Chargé d'évacuation	Oui	AMU

5- Bilan

Ce document provisoire recense de manière non exhaustive les développements fondamentaux à envisager dans le cadre de la création d'une nouvelle plateforme de sédimentologie, géomorphologie et géoarchéologie sur le site du LAMPEA. L'accent est porté sur l'opérabilité dans une philosophie d'efficacité du terrain à la paillasse de laboratoire. Pour cela, du matériel moderne automatisé ou semi-automatisé, dispensant de certaines étapes de protocoles chronophages, et surtout ayant une composante de transportabilité sur les sites d'expertise, est détaillé et budgété. Outre cet aspect fondamental, une attention particulière a été portée sur la nouveauté et la complémentarité des développements analytiques envisagés avec les plateformes existantes similaires du DIPEE (CEREGE, IMBE, ADES). Enfin, il a été pris en compte le principe d'interopérabilité et de mutualisation des équipements avec la plateforme de biochimie existante.



6- Annexes (devis)



Maison méditerranéenne
des sciences de l'homme
USR 3125 MMSH

