

CARACTÉRISATION DES IMPACTS PHYSIQUES DE L'ACTIVITÉ MINIÈRE ALLUVIONNAIRE SUR LES COURS D'EAU

- PROTOCOLE CARIACOU -



Décembre 2023

□ AUTEURS

OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ

GABRIEL MELUN, MIKAËL LE BIHAN

gabriel.melun@ofb.gouv.fr (01-45-14-88-83)

mikael.le-bihan@ofb.gouv.fr (02-23-45-06-06)

□ RÉSUMÉ

En Guyane, l'activité minière alluvionnaire, légale comme illégale, est à l'origine de fortes pressions sur un environnement particulièrement fragile, riche et diversifié. Le défrichement des zones exploitées, la dégradation - voire la destruction - d'habitats forestiers, de zones humides et des criques, l'érosion des sols et les pollutions physico-chimiques, sont autant d'incidences sur ces milieux naturels qui contribuent à altérer de manière significative et durable leurs composantes physiques, biogéochimiques et biologiques. Le protocole Cariacou a été élaboré afin de pouvoir caractériser et quantifier ces pressions sur le milieu physique d'une part, mais aussi de déterminer « l'efficacité » et le respect des prescriptions encadrant la remise en état des sites exploités légalement ; ces travaux constituant une obligation réglementaire.

Cette méthode s'applique aux cours d'eau de faible largeur (généralement inférieure à 10 m), prospectables à pied. Elle s'intéresse à l'ensemble des compartiments physiques des milieux alluviaux, et renseigne successivement les caractéristiques du lit mineur, du lit majeur, et des horizons pédologiques superficiels. Elle s'appuie pour cela sur une double approche - fondée sur l'imagerie d'une part, et sur l'acquisition de données de terrain d'autre part - pour comparer les principales caractéristiques physiques des zones impactées par les exploitations aux mêmes caractéristiques en zone témoin, non impactée. Le protocole Cariacou a été développé spécifiquement pour le territoire guyanais mais peut faire l'objet de transposition à d'autres contextes. Enfin, ce protocole est évolutif, et pourra faire l'objet d'ajustements ou de compléments au gré des futures mises en œuvre.

□ MOTS CLÉS

Crique

Guyane

Impact environnemental

Mine alluvionnaire

Orpaillage

Réhabilitation hydromorphologique

Droits d'usage : accès réservé à l'OFB, aux services de l'État, aux institutions publiques et aux gestionnaires d'espaces protégés (Parc amazonien de Guyane, Parc naturel régional de la Guyane, réserves naturelles de Guyane).

Niveau géographique : national

Couverture géographique : Guyane

Niveau de lecture : professionnels

Version : v_3.2 - décembre 2023

□ REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier tous les agents OFB du service départemental de Guyane, de l'unité technique connaissance (UTC) de Guyane et du service Police de la Direction des Outre-mer, pour leur participation aux réflexions méthodologiques et leur appui lors des tests et premiers déploiements du protocole. Les auteurs remercient tout particulièrement Stéphanie Barthe, Raphaël Grossot et Pierre-Antoine David pour leur appui et leur relecture attentive. Les auteurs tiennent également à remercier Nicolas Heitz (DGTM) et Marjorie Gallay (OEG) pour leur relecture du document.

INTRODUCTION ET OBJECTIFS

En Guyane, l'activité minière aurifère se décline selon deux principales modalités : l'exploitation « primaire », qui concerne l'extraction de l'or présent directement dans la roche mère (substratum rocheux) ; et l'exploitation « secondaire » ou « alluvionnaire », qui correspond à l'exploitation des particules aurifères issues de l'altération des gisements primaires par l'érosion. Ces particules sont alors libérées et peuvent être reprises en charge par le ruissellement puis déposées dans les fonds de vallées au sein des dépôts alluviaux. Au regard des contraintes techniques et logistiques d'extraction, l'exploitation alluvionnaire est largement majoritaire en Guyane et de nombreux fonds de vallées ont déjà été, et sont aujourd'hui, exploités, légalement comme illégalement (Melun & Le Bihan, 2020 ; Le Tourneau, 2020).

Les modalités de l'exploitation alluvionnaire s'avèrent particulièrement impactantes pour l'environnement. Déforestation des zones exploitées et disparition induite des habitats, dégradation des criques, déstructuration des sols et des horizons superficiels, pollutions par le mercure et les sédiments fins remis en suspension dans les cours d'eau, contribuent à altérer durablement, et sur de longs linéaires, les milieux physiques et biologiques. Dans ce contexte, le protocole de **caractérisation des impacts de l'activité minière alluvionnaire sur les cours d'eau (Cariacou)** poursuit un triple objectif :

- Caractériser finement les impacts hydromorphologiques sur le lit mineur, induits dans le cadre des exploitations légales comme illégales.
- Caractériser les perturbations environnementales et paysagères du lit majeur des cours d'eau dans le cadre des exploitations légales comme illégales.
- Caractériser « l'efficacité » des travaux de remise en état (réhabilitation) dans l'emprise des exploitations minières alluvionnaires légales ou d'atténuation des impacts, sur les sites miniers illégaux.

Le protocole s'inscrit dans une démarche de type BACI (*before – after – control – impact*) en comparant l'évolution du milieu avant et après une perturbation (ou une réhabilitation) ; sur un secteur impacté (ou réhabilité) par rapport à un secteur témoin, non impacté. Le protocole Cariacou s'appuie sur la combinaison d'un travail préliminaire reposant sur des données d'imagerie, puis sur une approche orientée terrain de collectes de données in situ. Cette méthodologie permet *in fine* de regrouper l'ensemble des informations nécessaires pour 1) caractériser les impacts hydromorphologiques des exploitations alluvionnaires légales ou illégales sur le lit mineur et ses marges riveraines ; et 2) de définir la qualité et l'efficacité des mesures d'atténuation des impacts sur des chantiers illégaux ou des réhabilitations mises en œuvre dans le cadre des exploitations légales. Dans ce sens, le protocole a été élaboré pour être en capacité de vérifier le respect des prescriptions « Eau et Nature » encadrant la remise en état des sites miniers autorisés dans le cadre d'arrêtés d'autorisation d'exploitation (AEX). Pour rappel, la remise en état ne constitue pas une mesure de la séquence Éviter, Réduire, Compenser (ERC) mais est une obligation réglementaire (Guide THEMA, 2018). Les impacts sur les zones humides comme les problématiques mercurielles n'intègrent pas le périmètre du protocole Cariacou.

Au regard de la superficie des sites impactés, la caractérisation des impacts d'une part, et l'analyse des remises en état d'autre part, nécessitent l'utilisation d'un protocole pragmatique et adapté. Ce protocole a ainsi été conçu pour être rapide à mettre en œuvre sur le terrain (< 1 jour) par une équipe de 4 à 8 opérateurs. Ce document présente une première version d'un protocole évolutif, qui pourrait être complétée après retour des différentes mises en œuvre.

Les utilisateurs sont invités à communiquer aux auteurs toute proposition d'ajustement et/ou de complément vis-à-vis du protocole actuel, mais aussi les coordonnées géographiques des sites ayant fait l'objet d'un déploiement du protocole, permettant à terme d'envisager un retour d'expérience.

1. CONDITIONS D'APPLICATION

1.1. APPLICABILITÉ DU PROTOCOLE

Au regard de ses objectifs, le protocole Cariatou a vocation à être prioritairement déployé sur des sites miniers légaux dont le titre est échu et n'a pas fait l'objet de demande de prolongation. La remise en état y est ainsi théoriquement terminée et effective. Il est également applicable pour caractériser les impacts des exploitations alluvionnaires illégales sur le milieu physique. Ce protocole s'applique prioritairement sur des criques présentant un chenal unique dont la largeur est inférieure à 10 m¹. La présence de chenaux multiples (séparés par des îles ou des îlots) n'empêche pas la mise en œuvre du protocole mais peut localement la complexifier.

Sur les sites étudiés, la majeure partie des stations qui seront positionnées doivent être prospectables à pied dans des conditions hydrologiques compatibles avec la réalisation du protocole.

1.2. CONDITIONS HYDROCLIMATIQUES ET SÉCURITÉ

En premier lieu, **il est nécessaire d'évaluer les risques relatifs au site et à la période de l'année afin de proposer les mesures de prévention à mettre en place** : dans cette phase, on abordera notamment les accès à la station, les moyens de communication et les risques inhérents à une intervention dans le cours d'eau et sur ses rives. L'évaluation du risque doit déboucher sur des consignes dont le rappel et la mise en œuvre sont sous la responsabilité du chef d'opération. Dans les cas extrêmes, lorsque aucune prévention n'est possible, que le risque résiduel n'est pas acceptable et que la configuration des lieux est incompatible avec la sécurité des opérateurs, le site (et/ou la station) ne doit pas être prospecté ((risque de chute, conditions pluviométriques trop intenses, forts débits, vitesse du courant trop importante, zones en eau instables, chenal profond inaccessible et/ou non prospectable, etc.).

L'évaluation du risque doit impérativement être effectuée par le chef des opérations avant chaque mise en œuvre, mais également tout au long du déploiement sur le terrain. Cette responsabilité ne dispense pas les opérateurs d'exercer leur esprit critique pour une évaluation des risques sur site, qui tiendra compte de leurs propres aptitudes, physiques notamment. Le port du gilet de sauvetage peut être recommandé mais il s'apprécie aussi en fonction des niveaux d'eau dans le lit ou de la présence de zones en eau résiduelles. L'usage de gants de protection est recommandé lors des manipulations et mesures.

Le protocole doit être appliqué dans des conditions météorologiques et hydrologiques compatibles avec la sécurité des opérateurs et favorables aux mesures et à l'observation des différentes composantes morphologiques du cours d'eau (substrat du lit, faciès d'écoulement,

¹ Concernant l'exploitation alluvionnaire légale, le Schéma départemental d'orientation minière (SDOM) indique dans son titre second, détaillant les conditions applicables à la prospection et à l'exploitation minières en Guyane : « Les activités d'exploitation minière sont interdites dans le lit mineur des cours d'eau de plus de 7,5 mètres de large » (SDOM, 2011). Des arrêtés AEX existent toutefois pour des cours d'eau d'une largeur supérieure à 7,5 m et présentent alors des prescriptions complémentaires (interdiction de détournement du lit mineur, interdiction d'exploitation dans le lit mineur, maintien d'une bande boisée de 35 m de part et d'autre du cours d'eau).

caractéristiques des berges et de la ripisylve). Il est nécessaire de travailler à un débit compris entre le débit d'étiage (Qmna) et le module². La discrimination des faciès d'écoulement est plus aisée pour des débits proches de l'étiage ; toutefois, les mesures ne devront en aucun cas être réalisées en condition d'étiage sévère ou d'absence d'écoulement. D'une manière générale, les observations en saison sèche sont donc à privilégier.

2. PRÉPARATION ET MOYENS

2.1. LES PRÉREQUIS

La mise en œuvre opérationnelle du protocole nécessite quelques prérequis. Avant toute mise en œuvre du protocole sur le terrain, le chef opérateur devra veiller à se procurer les informations nécessaires à l'accès au site (état/carrossabilité des pistes, accès sur des terrains privés, etc.) et à estimer le temps du déplacement sur site.

Pour préparer au mieux la phase terrain, il est très fortement recommandé de **repérer préalablement le site sur des supports de photographies aériennes récentes** (< 6 mois dans la mesure du possible). À ce titre il est fortement préconisé d'élaborer, avant toute mission terrain, une phase de travail « imagerie – SIG » (cf. 3 – *Travail préparatoire d'imagerie & SIG*). Cela permettra notamment 1) d'identifier d'éventuels dysfonctionnements majeurs de remise en état des sites exploités, 2) d'identifier les modalités d'accès et les évolutions récentes sur le site d'étude, et 3) de pré-localiser l'implantation des différentes stations et des zones *a priori* difficilement praticables (anciennes barranques, zones en eau, etc.).

2.2. LES MOYENS HUMAINS

Le protocole Cariatou peut être mis en œuvre par une équipe d'au minimum 4 personnes. Cependant, pour une meilleure efficacité, il peut être intéressant de constituer 2 ou 3 sous-équipes autonomes - comprenant chacune de 2 à 4 agents - pour une mise en œuvre sous forme d'ateliers (lit mineur, lit majeur, pédologie) menés en parallèle. Dans tous les cas, et pour des raisons évidentes de sécurité, **aucun agent ne doit évoluer seul sur le terrain.**

L'effectif et l'organisation des moyens humains doivent être pensés par le chef des opérations, en amont du déploiement sur le terrain, ceci en prenant en compte les éléments de sécurité (cf. 1.2 – *Conditions hydroclimatiques et sécurité*) ainsi que les caractéristiques préalables du site d'étude (cf. 2.1 – *Les prérequis*).

2.3. LES MOYENS MATÉRIELS

Le tableau suivant (Tab. 1) dresse la liste du matériel nécessaire pour la bonne application du protocole. Le nombre d'exemplaires recommandé dans ce tableau a été défini pour 3 sous-équipes opérationnelles pour mettre en œuvre l'ensemble des mesures. Le nombre optimum intègre les possibles défaillances de certains matériels. À cela, il faudra ajouter le matériel « hygiène et sécurité » classique, valable pour toutes les missions sur le terrain en Guyane : trousse de secours,

² Le module (ou débit moyen interannuel) est évalué par la moyenne des débits moyens annuels (Glossaire Eau, milieux marins et biodiversité).

eau potable (5 l/j/pers.), kit de réhydratation, gel antibactérien, téléphone satellite, gilets de sauvetage (pour les opérateurs lorsque le risque de noyade est une préoccupation), gants, lunettes, crèmes et protections solaires.

Tableau 1 – Liste du matériel nécessaire à la mise en œuvre du protocole Cariatou par 3 sous-équipes.

	Nombre		ATELIER LIT MINEUR	ATELIER LIT MAJEUR	ATELIER PÉDOLOGIE
	Mini.	Opti.			
MESURES TERRAIN					
Appareil photo	3	4	x	x	x
GPS	3	4	x	x	x
Piquets repères colorés	2	4	x		
Mires	2	3	x		x
Décamètres (50 m)	3	4	x		
Mètre ruban rigide (5 m)	1	2	x		x
Pied à coulisse	0	1	x		
Réglet (50 cm)	1	2			
Télémètre	0	1	x		
Sonde Conductivité / T°C	2	2	x		
Appareil mesure de la concentration en MES	0	1	x		
Tarière	1	2			x
Gouttières PVC	2	4			x
Couteau à bout arrondi	1	2			x
Ardoise + feutres (x2)	1	1			x
Talkies-walkies (x2 ou x3)	1	1	x	x	x
Machette	1	3	x	x	x
Corde	1	2	x	x	
Barnum	0	1			
Table	0	1			
Chaises pliantes (x2)	0	1			
Drone (optionnel)	0	1	x	x	
Flacons pour prélèvement d'eau (optionnel)	0	8	x		
PRISE DE NOTE					
Fiches terrain	1	2	x	x	x
Fiches terrain étanches	0	2	x	x	x
Planches & crayons	1	1	x	x	x
Classeur / pochette étanche	1	1	x	x	x
Tablettes terrain étanche	0	3	x	x	x
MATÉRIEL VÉHICULE					
Tronçonneuse	1	2	x		
Plaques désembourbement	1	2	x		
Jerrican essence (10 l mini)	1	2	x		
Piles de rechange (AAA et LR6)	1	1	x		
Chasubles Police	2	4	x		

Dans le cas où ce protocole est amené à être déployé successivement sur plusieurs sites, il convient de prévoir le matériel de prise de note adapté (fiches terrain, classeurs et pochettes).

L'utilisation d'un drone afin d'acquérir des photographies aériennes directement sur le site étudié peut présenter de nombreux avantages, comme par exemple :

- améliorer l'identification, la localisation et l'évaluation des surfaces de zones en eau et/ou de barranques existantes sur le site étudié ;
- identifier et mesurer les linéaires de cours d'eau étudiés et détecter la présence d'éventuels affluents ;
- améliorer la compréhension du site étudié notamment sur des sites difficilement prospectables à pied (ex : nombreuses zones instables, zones en eau, etc.).

De la même manière, des prélèvements d'eau peuvent être réalisés pour mieux caractériser l'évolution des principaux paramètres physico-chimique entre l'amont et l'aval de la zone impactée.

3. TRAVAIL PRÉPARATOIRE D'IMAGERIE & SIG

Il s'agit dans cette phase préparatoire de recueillir, depuis un projet SIG, certaines informations essentielles qui permettront de préparer et d'orienter le contrôle *in situ* ultérieur. Ces informations peuvent notamment être mobilisées à partir de la plateforme « GéoGuyane » (<https://www.geoguyane.fr/accueil>) et du cadastre minier numérique « Camino » (<https://camino.beta.gouv.fr/>)³. On distingue les informations générales (cf. 3.1 – *Recueil d'informations générales*) et les informations d'ordre hydromorphologique (cf. 3.2 – *Recueil d'informations hydromorphologiques*).

3.1. RECUEIL D'INFORMATIONS GÉNÉRALES

Le projet SIG doit permettre de renseigner rapidement, sur les sites visés, les informations suivantes :

- coordonnées géographiques du site (UTM zone 22 Nord ou WGS84) ;
- commune ;
- possibilité et modalités d'accès routier (pistes primaires et/ou secondaires) ;
- taille du bassin-versant (km²) ;
- caractéristiques de la masse d'eau concernée (nom, identifiant, superficie et états DCE) ;
- emplacement de l'AEX au sein du bassin (tête de bassin, zone intermédiaire, zone aval) ;
- contexte minier local (présence, localisation et historique d'éventuelles autres emprises minières à proximité).

³ Une demande d'information peut également être formulée auprès de la cellule SIG de l'OFB en Guyane (contact.sig-guyane@ofb.gouv.fr).

⁴ La plateforme SIG Guyane propose un outil de conversion des coordonnées géographiques : https://www.guyane-sig.fr/portal/convert_coord/

3.2. RECUEIL D'INFORMATIONS HYDROMORPHOLOGIQUES

Plusieurs informations influençant l'état hydromorphologique d'un site exploité peuvent être déterminées à partir d'une acquisition de photographies aériennes récentes (< 6 mois dans la mesure du possible)⁵. Ce pré-diagnostic doit notamment permettre de repérer des éléments en lien avec la morphologie de la crique sur l'ensemble du linéaire impacté par l'exploitation (cf. 4.1.1 – *Échelle tronçon sur la crique principale*), mais aussi d'éventuels impacts au sein du lit majeur (cf. 4.2.1 – *Objectifs et logique des mesures dans le lit majeur*). Il s'agira notamment de caractériser les éléments suivants :

- la localisation spatiale et la morphologie de la crique *post*-exploitation ;
- le maintien partiel ou total de la crique dans le canal de dérivation ;
- la présence de barranques non comblées ;
- la présence / absence de revégétalisation ;
- la présence et localisation d'affluent(s) ;
- la présence d'andains sur les marges de la zone exploitée ;
- les éléments de « rugosité » (grumes, troncs) à la surface du lit majeur ;
- l'emprise des surfaces déforestées par l'exploitation.

Par ailleurs, d'autres données d'imagerie (images LiDAR, MNT, MNE, etc.) peuvent permettre d'appréhender certains éléments hydromorphologiques importants de l'état initial de la crique avant son exploitation. Pour cela, il est bien entendu nécessaire d'avoir accès à des acquisitions antérieures à l'exploitation (Fig.1)⁶. Lorsque ces données existent, il sera particulièrement intéressant de déterminer le tracé précis de la crique avant-exploitation dans l'emprise de la zone exploitée, sa longueur (distance écologique) et sa sinuosité (rapport distance écologique / distance euclidienne⁷).

L'ensemble des données d'imagerie collectées permettant d'appréhender à l'échelle d'un site minier les impacts de l'exploitation (surface déforestée, crique rectifiée, etc.) et/ou, dans le cadre des exploitations légales, les défauts de remises en état des sites (maintien des barranques, absence de revégétalisation, etc.) sera conservé sous forme d'images explicitement légendées et intégrées à un fichier texte (.doc, .pdf, .odt).

⁵ Si le site est relativement accessible, le vecteur drone pourra par exemple judicieusement être mobilisé à cette fin. Si le site n'est en revanche que peu (ou difficilement) accessible, une couverture photographique pourra être réalisée à l'occasion d'une campagne héliportée.

⁶ Les ressources du portail GéoGuyane (<https://www.geoguyane.fr/accueil>) peuvent être mobilisées. Une cartographie interactive et régulièrement actualisée compile notamment les emprises des LiDARs, prises de vues aériennes, images satellite et levés topographiques commandés par les services de l'État en Guyane (<https://catalogue.geoguyane.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/fea60f9c-b916-4a35-ac44-cd63859a686f>)

⁷ Pour plus de détails sur le calcul de la sinuosité, il est possible de se référer à la fiche « FCh_2 – Matériel et mesure » du *Guide de préconisation technique pour l'exploitation alluvionnaire et la réhabilitation hydromorphologique des criques guyanaises* (Melun et al., 2021).

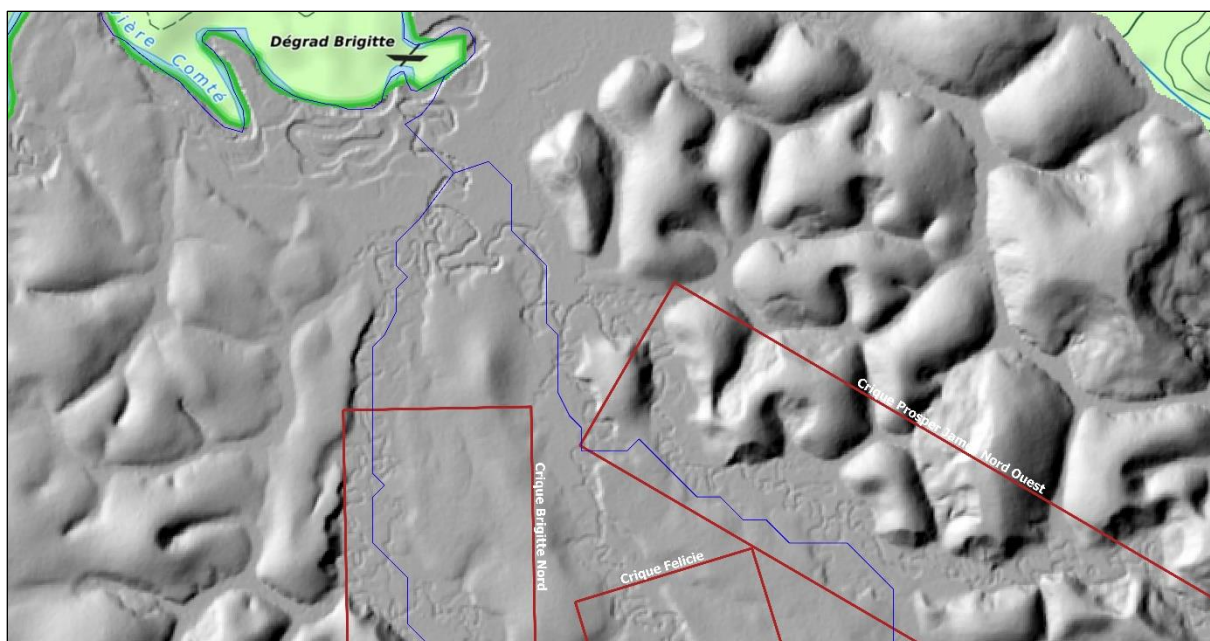


Figure 1 : Les MNT ou MNE, issus de levés antérieurs aux exploitations, permettent de renseigner assez finement le tracé et la sinuosité du lit des criques avant le début des travaux miniers. Ici, le MNT réalisé par l'ONF sur le secteur de Bélizon en 2014 permet de rendre compte de la sinuosité naturelle des criques Brigitte, Félicie et Prosper James, avant leur exploitation, dans le cadre d'AEX déposées entre 2018 et 2022. On constate que cette sinuosité est nettement plus importante - et précise - que celle qui pourrait être déterminée à partir du réseau hydrographique figuré en bleu sur la BD Carthage (2015).

4. MISE EN ŒUVRE ET RECUEIL DES DONNÉES

Le protocole terrain *stricto sensu* comporte 3 compartiments distincts visant à caractériser le lit mineur, le lit majeur et la pédologie sur le site étudié. **Sur le terrain, les informations doivent être collectées en remplissant les « fiches terrain » prévues à cet effet (Annexes 1 à 3). Les données collectées sont ensuite bancarisées au sein du fichier de saisies fourni avec le protocole.**

4.1. LE COMPARTIMENT « LIT MINEUR DE LA CRIQUE PRINCIPALE »

Deux échelles d'observation et d'analyse doivent être mobilisées pour caractériser les impacts d'une exploitation et la qualité de sa remise en état *post-exploitation* : l'échelle « tronçon » et l'échelle « station ».

4.1.1. Échelle tronçon sur la crique principale

L'échelle du tronçon (de plusieurs centaines de mètres à quelques kilomètres) doit permettre d'appréhender des informations macroscopiques sur l'état du lit mineur pour l'ensemble du linéaire impacté. **Ces informations peuvent être appréhendées dans le cadre du travail préparatoire s'appuyant sur une imagerie récente (cf. 3.2 – Recueil d'informations hydromorphologiques), combinée aux observations de terrain.** Il s'agit notamment de caractériser :

- le linéaire de crique impacté par l'exploitation⁸;
- le linéaire de crique réhabilité (à partir d'une orthophotographie récente par exemple) ;
- le linéaire de crique éventuellement maintenu dans un canal de dérivation ;
- le linéaire de crique traversant éventuellement une ou plusieurs barranques ;
- la présence et le linéaire d'éventuels merlons⁹ latéraux (Fig.2) ;
- la présence éventuelle ainsi que la localisation de fronts d'érosion régressive¹⁰ (Fig.3).

Ces informations doivent permettre de remplir le bloc « informations à l'échelle du tronçon » de la fiche terrain (*cf. Annexe 1A – Fiche terrain « Lit mineur »*).



Figure 2 : Exemples de merlons disposés sur les berges de criques réhabilitées (© Melun & Le Bihan – OFB).

⁸ Si la donnée existe, ce linéaire peut être déterminé à partir d'un levé LiDAR pré-exploitation (Fig.1). À défaut, ce linéaire également peut être estimé à partir du réseau hydrographique figuré sur la carte topographique (BD Topo 1/50 000^e) ou à partir de la BD Topage ou Carthage. Ces référentiels cartographiques ne sont toutefois pas exhaustifs, des linéaires de cours d'eau au titre de la police de l'eau (L.215-7-1 du CE) peuvent ne pas y être cartographiés ».

⁹ Les merlons sont des petites levées ou banquettes disposées de part et d'autre du lit mineur d'une crique. Ils sont constitués de matériaux de terrassement et agissent comme de petites digues en réduisant la connexion entre le lit mineur et le lit majeur.

¹⁰ Les fronts d'érosion régressive témoignent de processus de réajustements morphologiques verticaux en cours et donc d'une instabilité verticale du profil en long.



Figure 3 : Exemples de fronts d'érosion régressive sur des sites réhabilités (© Melun & Le Bihan – OFB).

4.1.2. Échelle stationnelle : objectifs et logique d'implantation des stations

Ce premier compartiment s'intéresse spécifiquement aux composantes du lit mineur : géométrie du lit, faciès d'écoulement, habitats aquatiques et ripisylve à l'échelle stationnelle. Il doit être documenté directement à partir des observations de terrain et poursuit un double objectif :

- **Caractériser les composantes du lit mineur de la zone non exploitée** (zone témoin ou de référence), située en amont de la zone impactée par l'exploitation minière (en dehors du périmètre de l'AEX dans le cadre des exploitations légales).
- **Caractériser les mêmes paramètres au sein de la zone exploitée par les travaux miniers** (au sein du périmètre de l'AEX dans le cadre d'exploitations légales).

Le protocole vise à comparer les composantes du lit mineur entre la zone non-impactée (référence spatiale) et la zone impactée, suivant une démarche BACI. Pour rappel, et si elles existent, des données avant-exploitation (référence temporelle) pourront judicieusement être mobilisées pour comparer l'évolution des composantes du lit mineur.

Au regard de l'étendue couverte par un site minier (AEX d'1 km², dont plusieurs dizaines d'hectares sont directement exploitées pour les exploitations légales) et des difficultés potentielles d'évolution sur le terrain (présence de barranques, de zones instables ou de lits infranchissables), il n'est pas possible de caractériser l'intégralité du lit mineur. **Le protocole Cariatou adopte donc principalement une logique d'étude du lit mineur par « stations ».** Ces stations, qui s'étendent sur quelques dizaines de mètres linéaires, doivent être représentatives de la morphologie et du fonctionnement observés sur les secteurs impacté et non impacté.

Le protocole *Cariatou* s'appuie ainsi sur la détermination de 2 types de stations (Fig. 4) :

- **1 station « de référence » ou « témoin »** (station n°1) : située en amont immédiat de la zone exploitée. Elle permet de rendre compte de l'état initial (avant exploitation) du lit mineur et des milieux riverains.
- **3 stations « impactées »** (stations n°2, n°3, et n°4) : régulièrement réparties dans le périmètre exploité (au sein de l'AEX par exemple). Ces stations permettent de caractériser l'état du lit mineur et de ses marges dans la zone exploitée. Les trois réplicas permettent d'objectiver les résultats en rendant compte 1) de la « qualité » de la remise en état et 2) de la variabilité morphologique du lit au sein même de la zone impactée.

Sur chaque site étudié, ce sont donc au total 4 stations qui doivent être renseignées.

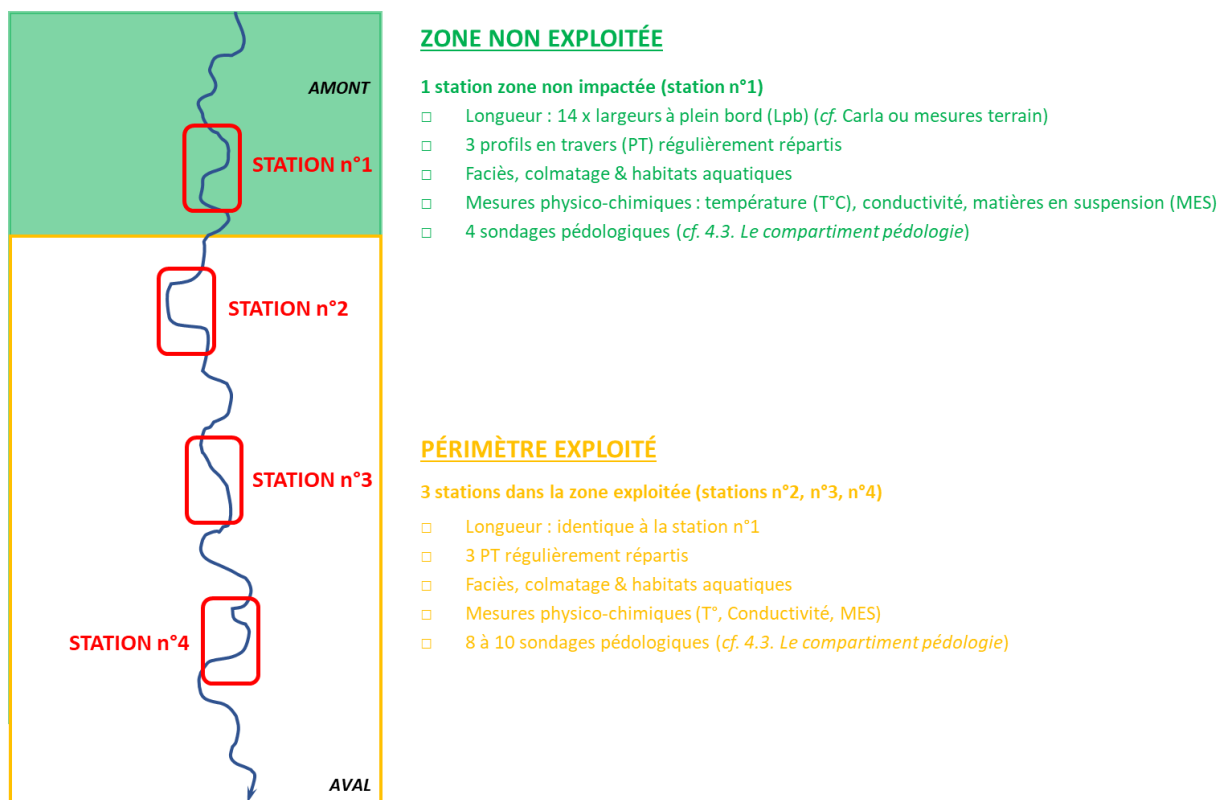


Figure 4 : Logique d'implantation des 4 stations et mesures nécessaires au protocole Cariatou.

4.1.3. Détermination de l'emplacement et de la longueur des stations

A. Emplacement global des stations

D'un point de vue chronologique, il est recommandé de commencer par le positionnement et la caractérisation de la station « de référence » ou « témoin » (station n°1), située en amont de la zone exploitée (en dehors du périmètre de l'AEX pour les exploitations légales). Cette station est généralement la plus chronophage et complexe à caractériser pour des questions pratiques de déplacement sur le terrain. Les stations impactées (stations n°2, n°3 et n°4) sont ensuite positionnées et caractérisées successivement, en progressant vers l'aval.

Dans un premier temps, chaque station est positionnée grossièrement par les opérateurs en progressant le long de la crique et en repérant la zone d'étude la plus favorable à leur implantation sur le tronçon. Cette phase permettra d'appréhender le milieu et ses éventuelles difficultés qui pourraient gêner la bonne application du protocole (végétation impénétrable, zones instables, anciennes barranques, etc.). Si ces zones problématiques étaient présentes en trop grand nombre, il conviendrait de revoir le positionnement de la station visée.

CAS PARTICULIER N°1 : SECTEUR AMONT INFLUENCÉ PAR LA ZONE EXPLOITÉE

La station n°1 doit nécessairement être située en amont de l'emprise de l'AEX. Certaines modalités d'exploitation sur l'extrémité amont de la zone exploitée (andains, dérivation de la crique, bouchon sur la crique, etc.) peuvent perturber le bon écoulement des eaux dans la zone non impactée et influencer sa morphologie (Fig. 5).

- Il conviendra de s'assurer que la morphologie du lit sur cette station de référence n'a pas été perturbée récemment par l'exploitation (incision du lit, atterrissement sédimentaire, colmatage intense) et, le cas échéant, se reporter plus en amont.



Figure 5 : Exemple de perturbation sur l'extrémité amont d'une AEX : les opérations de défrichage ont conduit à l'obstruction de la crique et à la perturbation du bon écoulement des eaux, influençant la morphologie du lit, y compris dans la zone non exploitée.

$$L_{\text{station}} = 14 \times L_{\text{pb}}$$

Cette longueur de station, déterminée en zone de référence, est conservée pour l'ensemble des stations du site étudié. Ainsi si la L_{pb} de la crique dans la zone de référence est de 5 m, la longueur des stations à caractériser, en zone de référence comme en zone impactée, sera de 70 m. Idéalement, un (ou plusieurs) décamètre(s) restent disposés au long de la station pendant toute la durée des mesures.

Des repères colorés viendront marquer précisément les extrémités amont et aval des stations étudiées.

C. Détermination de la largeur à plein bord (L_{pb})

La largeur à plein bord est en principe directement renseignée dans l'arrêté d'autorisation de l'AEX considérée (téléchargeable sur le recueil départemental des actes administratifs¹²) via la mise en œuvre du protocole *Carla*. Lorsque cette donnée n'est pas accessible ou renseignée (notamment dans le cadre de l'exploitation alluvionnaire illégale), il conviendra de mesurer rapidement, au sein de la zone non impactée, 3 L_{pb} dans les parties rectilignes de la crique puis d'en établir la moyenne. Ces mesures de largeur seront séparées d'au moins 20 mètre linéaires (ml).

Pour cette mesure *in situ* de la L_{pb} , les opérateurs repèrent, sur chaque berge, la rupture de pente entre la plaine d'inondation et la berge (Fig. 7 et 8). Dans le cas d'altitudes différentes des bords de berges, le bord de berge le plus bas doit être retenu comme limite du lit de plein bord (Fig. 4B). Pour les lits présentant des bancs alluviaux (de sable, de graviers ou de cailloux), la mesure doit être réalisée sans tenir compte des bancs (Fig. 7C). Étant donné que ces mesures sont réalisées en saison sèche, une partie des bancs peut effectivement apparaître exondée ; il est donc préconisé de s'appuyer sur la végétation pérenne des berges pour déterminer la largeur à plein bord. Dans les cas de lits à bras multiples, séparés par des îles végétalisées, les largeurs des différents lits de plein bord doivent être additionnées ($L_{\text{pb1}} + L_{\text{pb2}}$) pour obtenir la largeur totale de la crique (Fig. 7D).

¹² <https://www.guyane.gouv.fr/Publications/Recueil-des-actes-administratifs>

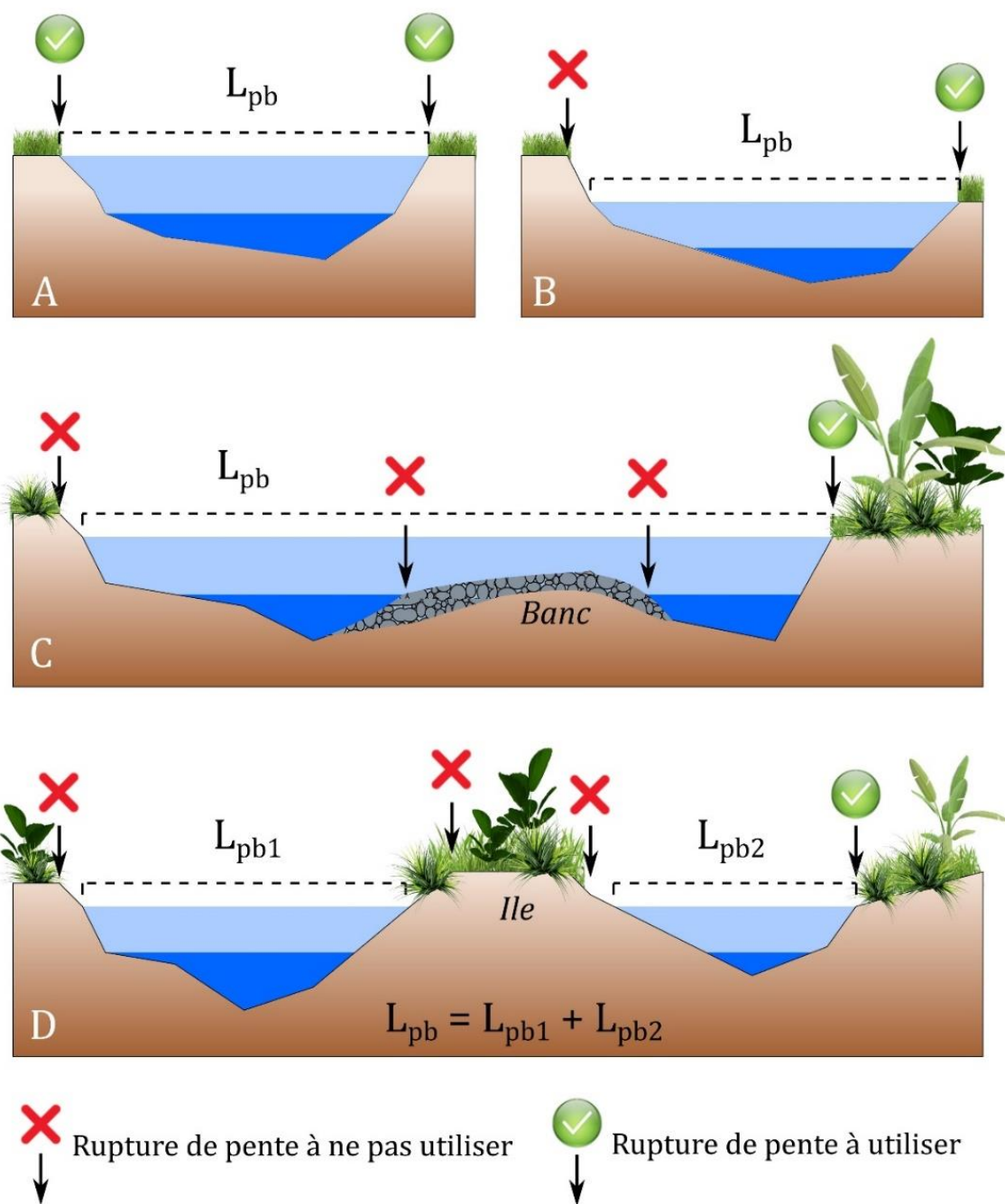


Figure 7 : Illustration de la détermination de la largeur à plein bord (L_{pb}) (in Melun *et al.*, 2021).

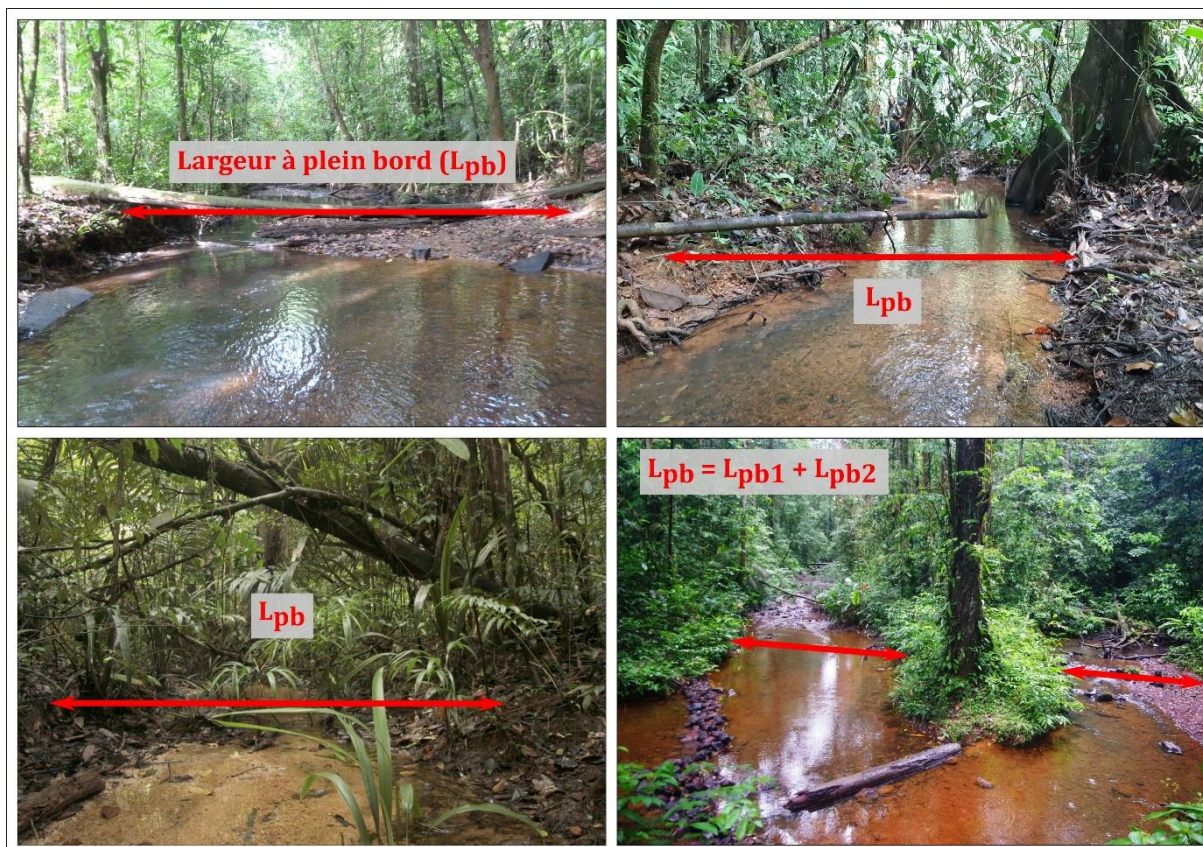


Figure 8 : Exemples de mesure de largeurs à plein bord sur des criques non impactées (© Melun & Le Bihan – OFB).

4.1.4. Mesures à l'échelle de la station

Sur chacune des 4 stations, différentes mesures doivent être réalisées pour caractériser le fonctionnement du lit mineur de la crique. **Les données collectées doivent être directement renseignées dans la fiche terrain « Lit mineur »** (cf. Annexe 1A – Fiche terrain « Lit mineur »).

A. Paramètres physico-chimiques

Afin de pouvoir caractériser les effets des opérations d'exploitation et de remise en état sur les paramètres physico-chimiques de la crique, une mesure de la température (en °C) et de la conductivité (en microsiemens - μS) de la crique doit être faite. Ces mesures sont réalisées **simultanément**, à la limite amont des stations n°1 (station de la zone non exploitée) et n°4 (station la plus en aval), pour permettre une intercomparaison des valeurs. Il conviendra pour cela de déterminer deux sous-équipes qui échangent par talkie-walkie pour coordonner et contextualiser les mesures (heure, conditions météorologiques). **Idéalement, ces mesures sont réalisées pendant l'après-midi** puisque cette période est la plus limitante d'un point de vue du réchauffement des eaux, impactant potentiellement les biocénoses aquatiques.

En cas d'observation de rejets excessifs de sédiments fins provenant de l'emprise de la zone impactée, il est recommandé de prendre une mesure de la concentration en MES en amont (zone non impactée) puis en aval de la zone impactée. Le cas échéant, notamment dans le cadre de procédures judiciaires, des prélèvements d'eau permettant de réaliser des analyses précises, en laboratoire, de la qualité de l'eau (turbidité, concentration en MES, etc.) pourront être réalisés.

B. Géométrie du lit

La géométrie du lit (largeur, profondeur) est un paramètre hydromorphologique essentiel qui permet de rendre compte de l'activité géodynamique d'un cours d'eau, et d'appréhender le degré de connectivité entre le lit mineur et le lit majeur. **Dans le protocole, elle est renseignée par la réalisation de 3 profils en travers répartis sur la station**, en précisant, pour chacun, le faciès d'écoulement correspondant. Idéalement, il convient de dresser ces profils en travers au droit de faciès d'écoulement différents. Un point GPS est relevé pour localiser précisément chacun des 3 profils réalisés. Dans un souci de représentativité, il faut éviter de réaliser cette mesure dans les fonds de méandres car les sections y sont dissymétriques (risque de surestimation de la largeur à plein bord). Il est donc préconisé de **les réaliser au niveau des points d'inflexion de méandres, où la section de la crique est naturellement plus homogène et symétrique** (Fig. 9). Les points d'inflexion de méandres constituent également des zones privilégiées de mise en place de radiers ou de plats courants qui constituent des faciès d'écoulement favorables aux mesures hydrauliques, en raison notamment de la plus faible profondeur d'eau. Une fois l'emplacement localisé, un décamètre est tendu au niveau de plein bord, de rive en rive. La largeur à plein bord ponctuelle est ainsi relevée (un télémètre laser peut également être utilisé).



Figure 9 : Réalisation de profils en travers sur des criques de référence (en haut) et sur des criques impactées et réhabilitées (en bas) (© Melun & Le Bihan – OFB).

Dans un premier temps, la hauteur de la ligne d'eau est déterminée à l'aide d'une mire (ou d'un mètre ruban rigide), en mesurant la distance entre le niveau de plein bord (du décamètre) et la lame d'eau.

Dans un second temps, et de la même manière, la profondeur totale à plein bord est déterminée en mesurant la distance entre le niveau de plein bord et le fond du lit de la crique sur différents points de mesure (Fig. 10A). L'espacement entre les points de mesure de la profondeur est tel que :

$$\text{Espacement inter-points} = L_{pb} / 7$$

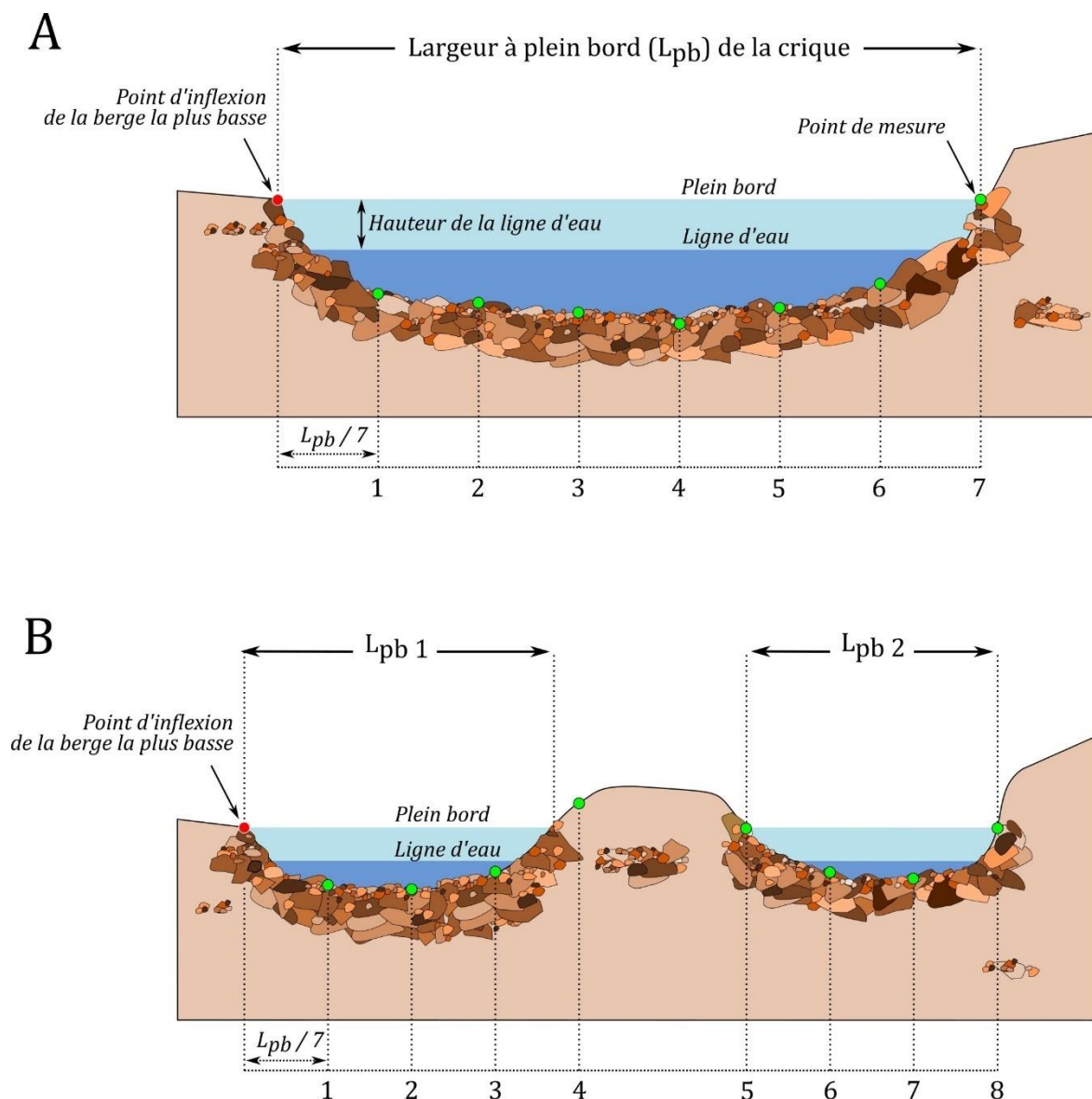


Figure 10 : Positionnement des points de mesure de la profondeur du lit mineur et de la hauteur de ligne d'eau sur un transect dans le cas (A) d'un chenal unique et (B) de chenaux multiples isolés par une ou plusieurs îles.

Pour s'assurer un minimum de 7 points, permettant de fiabiliser la mesure de la profondeur, le résultat doit être arrondi au décimètre inférieur. Ainsi si la L_{pb} mesurée sur la section est égale à 5,40 m, l'espacement entre les points de mesure de la profondeur est « théoriquement » de : $5,4 / 7 = 0,77$ m. L'espacement à retenir sera donc de 0,70 m.

Lorsque le lit présente plusieurs chenaux séparés par une ou plusieurs île(s) végétalisée(s), la méthodologie est la même (Fig. 10B). Les largeurs des différents chenaux sont additionnées et leur somme divisée par 7, puis arrondie au décimètre inférieur pour définir l'espacement inter-points. Cet espacement est alors maintenu sur tout le transect. Cela peut conduire certains points de mesure à se retrouver en dehors de la section de plein bord (cf. point de mesure n°4 de la Fig. 7B). Le point suivant, situé sur un autre chenal (point n°5 dans notre exemple) est quant à lui repositionné de l'autre côté de l'île, au niveau de plein bord, et ce quelle que soit la distance entre lui et le point précédent. Lors de la saisie des données, l'île sera ainsi modélisée par une largeur fictive (car non mesurée sur le terrain), au-dessus du niveau à plein bord, entre les points 4 et 5. L'ensemble permettra une meilleure prise en compte de la section des bras séparés par l'île.

Les données de géométrie du lit et de hauteurs d'eau sont directement reportées dans la fiche terrain « *Lit mineur* ».

C. Faciès d'écoulement, substrats granulométriques et colmatage superficiel

Les faciès d'écoulement, principalement générés par les processus géodynamiques d'érosion et de transport solide, constituent l'un des principaux descripteurs permettant de faire le lien entre les fonctionnements hydromorphologique et écologique d'une crique. Naturellement, ils alternent entre des zones peu profondes, à plus forte vitesse du courant (radier, rapide, etc.) et des zones plus profondes et plus calmes (chenal ou plat lentique, mouille, etc.). **Les deux paramètres (profondeur et vitesse d'écoulement) permettent de discriminer les différents faciès.** Par exemple, le chenal lentique se distingue du plat lentique par une profondeur plus importante du lit mineur (> 60 cm).

Les faciès d'écoulement doivent être décrits selon une typologie simplifiée (Fig. 11). **Le relevé doit être effectué depuis l'aval vers l'amont de la station, en mesurant la longueur de chacun des faciès suivant le décamètre disposé en berge le long de la station.** Les figures 12 et 13 illustrent les principaux faciès observables sur les secteurs non exploités (station témoin ou de référence) et remis en état après exploitation.

L'ensemble des données est directement reporté dans la fiche terrain « *Lit mineur* ».

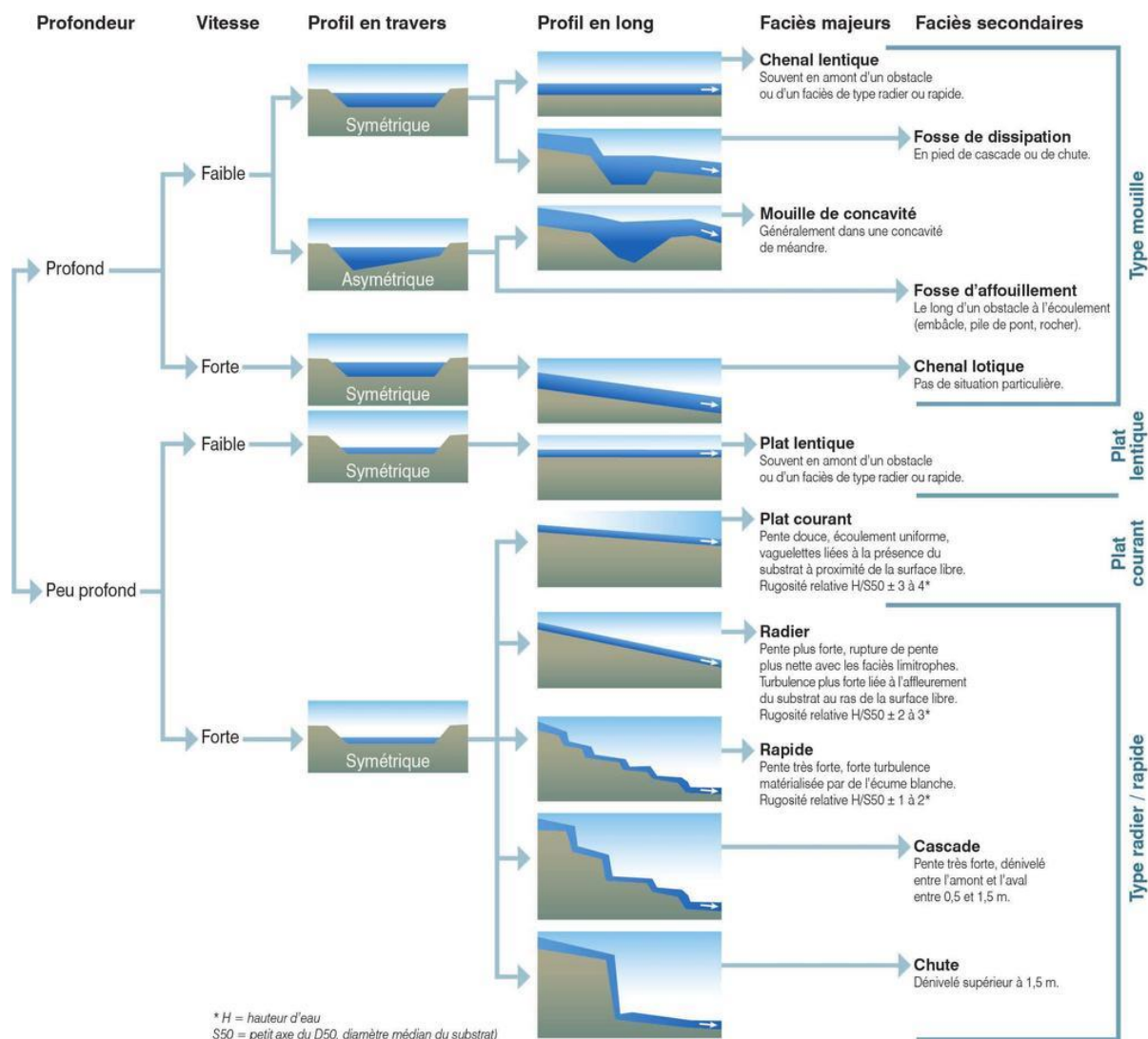


Figure 11 : Clé de détermination simplifiée des faciès d'écoulement (Malavoi & Souchon, 2002). Dans leur étude de référence, les auteurs s'appuient sur des observations réalisées en conditions moyennes d'étiage (en saison sèche donc). Ils distinguent les secteurs profonds (hauteur d'eau > 60cm) des secteurs peu profonds (hauteur d'eau < 60cm) ; et des vitesses d'écoulement fortes (> 30cm/s) et faibles (< 30cm/s).

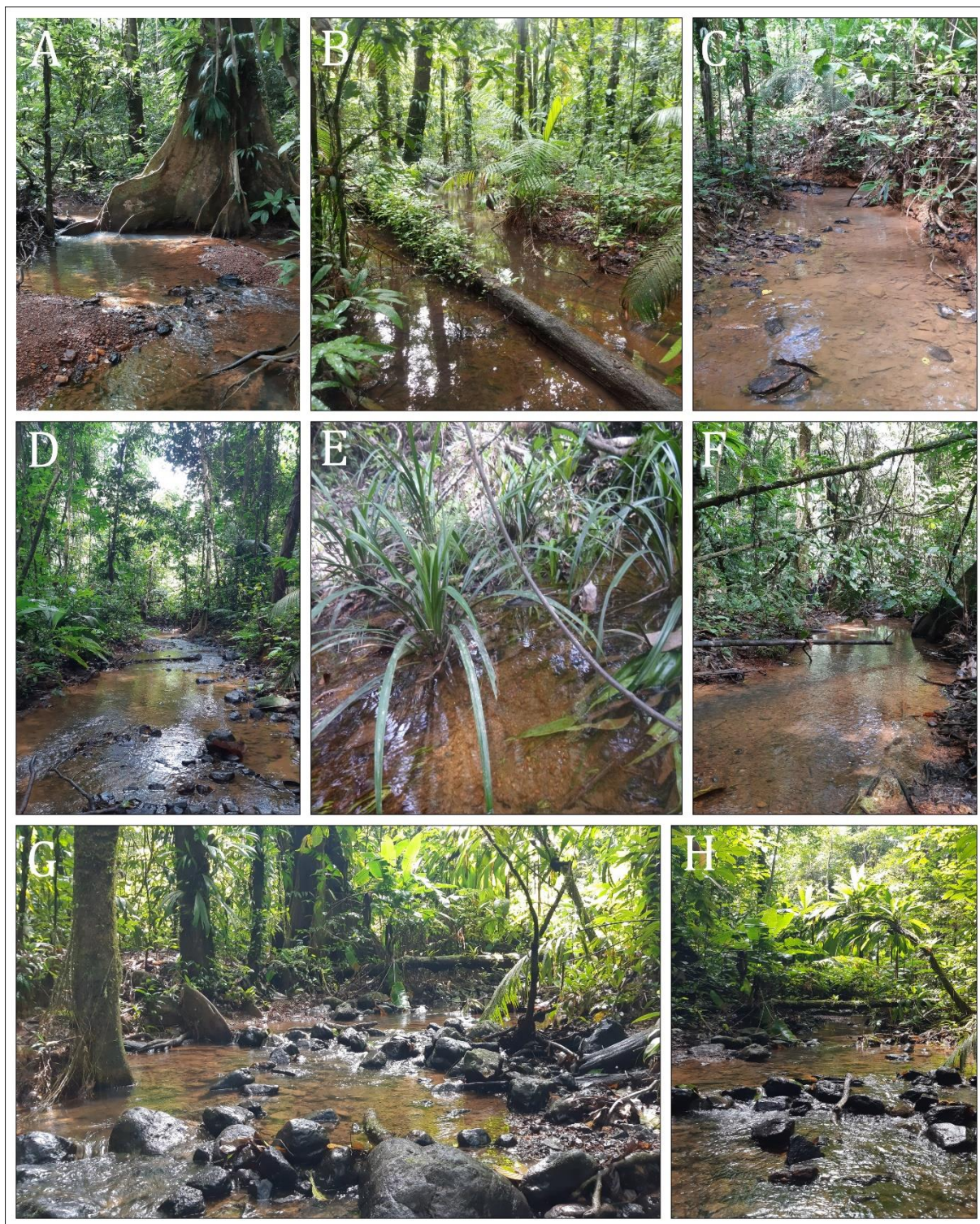


Figure 12 : Exemples de faciès d'écoulement observables sur les criques de référence (zone non impactée) : (A) Fosse de dissipation (puis radier au premier plan), (B, C) plats lenticques, (D, E, F) plats courants, (G, H) radiers (© Melun & Le Bihan – OFB).

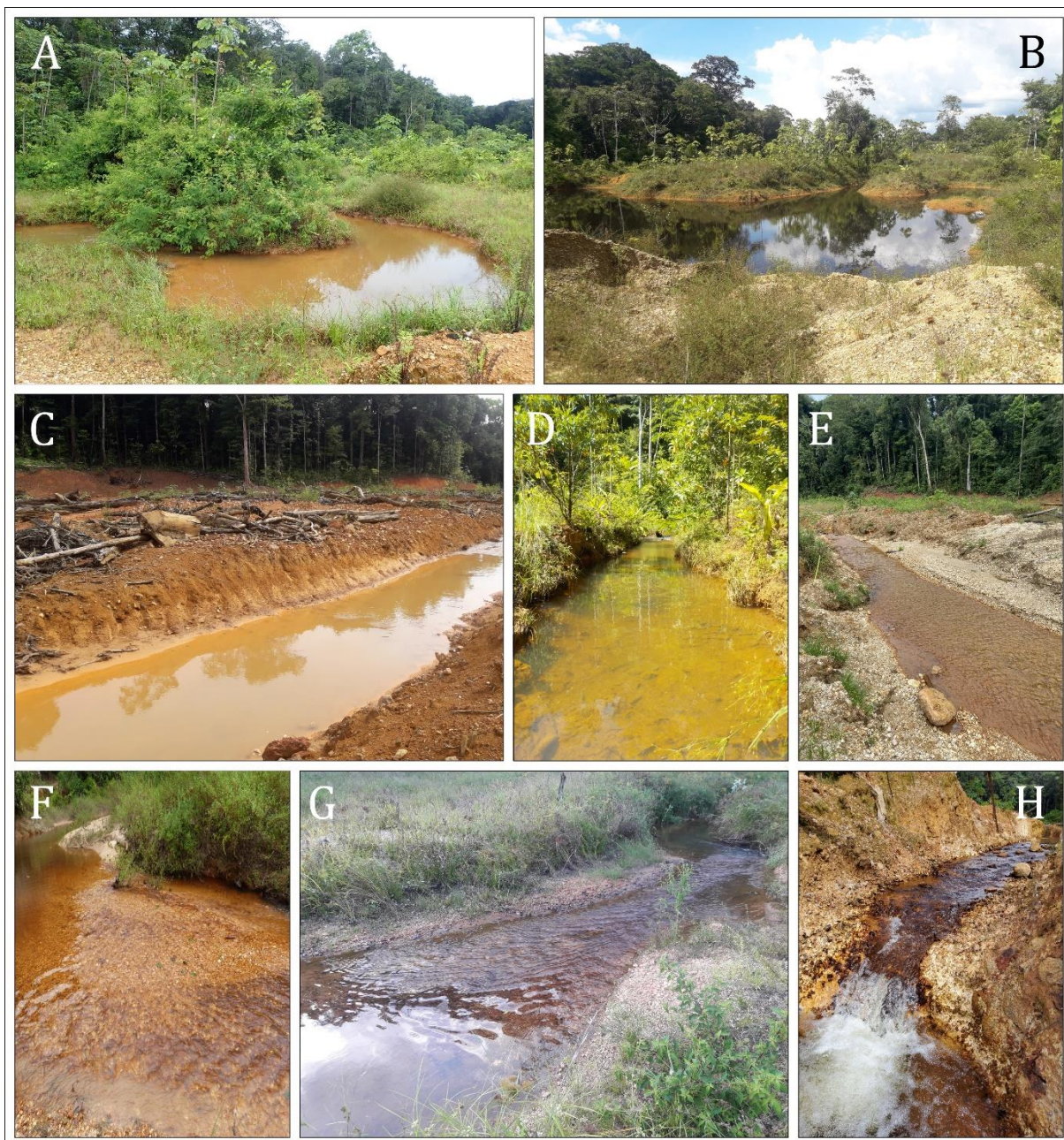


Figure 13 : Exemples de faciès d'écoulement observables sur les criques impactées par l'exploitation alluvionnaire et réhabilitées : mouille de concavité (A), chenal lentique (B), plats lenticques (C, D), plats courants (E), radiers (F, G), cascade (H) (© Melun & Le Bihan – OFB).

En parallèle de la détermination des faciès d'écoulement, il convient de renseigner les granulométries dominante (fraction granulométrique qui couvre la plus grande surface) et secondaire présentes sur chacun des faciès. Pour ces observations, on pourra s'aider d'un pied à coulisse pour mesurer l'axe b (« petit axe » ou « plus grande largeur ») des particules (Fig. 14), en se reportant aux classes granulométriques définies par l'échelle de Wentworth (Fig. 15). Il est également possible de s'appuyer sur un gabarit granulométrique (*cf. Annexe 4*) en prenant bien soin de l'imprimer au format A4, à l'échelle.



Figure 14 : Mesure de la granulométrie (in Baudoin *et al.*, 2017).

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Dalles (dont dalles d'argile)	Plus de 1 024 mm	D
Rochers	Plus de 1 024 mm	R
Blocs	256 à 1 024 mm	B
Pierres grossières	128 à 256 mm	PG
Pierres fines	64 à 128 mm	PF
Cailloux grossiers	32 à 64 mm	CG
Cailloux fins	16 à 32 mm	CF
Graviers grossiers	8 à 16 mm	GG
Graviers fins	2 à 8 mm	GF
Sables	0,0625 à 2 mm	S
Limons	0,0039 à 0,0625 mm	L
Argiles	Moins de 0,0039 mm	A
Vase	Sédiments fins (< 0,1 mm) avec débris organiques	V
Terre végétale	Points hors d'eau très végétalisés	TV

Figure 15 : Échelle granulométrique de Wentworth, modifiée.

Sur chacune des stations étudiées, **la diversité des faciès d'écoulement comme des substrats doit être illustrée par un minimum de 6 clichés** (3 pour les faciès et 3 pour les substrats).

Une évaluation visuelle du colmatage de surface doit être menée en s'appuyant sur la méthode proposée par Archambaud *et al.* (2005 ; Annexe 5). Le colmatage désigne les accumulations de sédiments fins ou de matière organique qui se déposent sur le fond du lit et s'infiltrant à la surface du lit puis peuvent percoler dans les interstices du milieu hyporhéique (Fig.16)

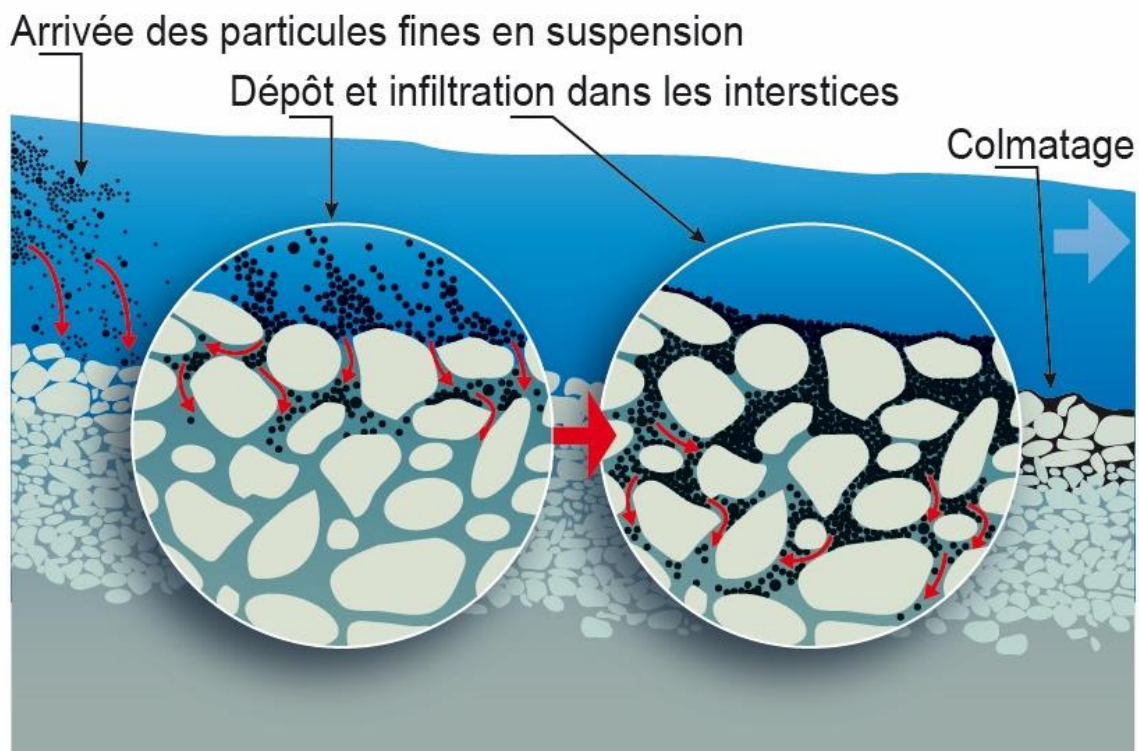


Figure 16 : Principe du colmatage superficiel et interstitiel d'un matelas alluvial (©OFB).

Le colmatage entraîne une modification des habitats, de la structure et de la stabilité du substrat, ainsi que des échanges d'eau, de matières et d'oxygène entre la surface et le matelas alluvial. Ces modifications du fonctionnement physique, chimique et microbologique des sédiments superficiels et/ou interstitiels affectent le fonctionnement écologique du milieu et notamment la survie des macro-organismes (Gayraud *et al.*, 2002 ; Descloux *et al.*, 2010 ; Baudoin *et al.*, 2017 ; Loire *et al.*, 2021). Le protocole proposé par Archambaud *et al.* (2005) permet d'obtenir **une évaluation visuelle rapide du colmatage de surface suivant une typologie en 5 classes à renseigner directement sur la fiche terrain « Lit mineur »**. Cette évaluation doit s'effectuer sur chacun des faciès d'écoulement identifiés sur le terrain.

Dans le cas de dépôts massifs de sédiments fins dans le lit mineur, une évaluation de l'épaisseur du dépôt est recommandée à l'aide d'un réglet.

D. Caractérisation des habitats aquatiques

Certains habitats peuvent se développer en pied de berge ou au sein du lit mineur, et favoriser la diversification des communautés biologiques. La caractérisation de ces habitats aquatiques s'appuie sur **la reconnaissance effectuée directement au sein du lit, depuis l'aval vers l'amont de la station**. Il est préconisé de réaliser cet atelier conjointement au relevé des faciès d'écoulement. Une typologie simplifiée distingue 5 types d'habitats caractéristiques :

- **Bois en rivière** : on distinguera les gros bois dont le diamètre est supérieur à 10 cm et le petit bois en rivière dont le diamètre est compris entre 3 et 10 cm. Chacun des bois présents au sein de la section est compté (Fig. 17). Seuls les bois d'une taille supérieure à 50 cm de longueur doivent être comptabilisés (Gomi *et al.*, 2006).
- **Pierres grossières / blocs rocheux** : il s'agit de dénombrer à l'échelle de la station toutes les particules dont le diamètre est supérieur à 128 mm.
- **Végétation aquatique** : la végétation aquatique doit être estimée visuellement en % de la section mouillée à l'échelle de la station (Fig. 18).
- **Chevelu racinaire** : le chevelu racinaire se caractérise par la présence apparente des systèmes racinaires de la ripisylve structurant les berges (Fig. 19). Ce chevelu peut également « tapisser » le fond du lit de la crique (on parle alors parfois de « tapis racinaire »). Ce linéaire doit être mesuré en comptabilisant les deux rives de la crique. Ainsi, si le linéaire de chevelu / tapis racinaire en rive gauche est de 35 m et de 27 m en rive droite, il faudrait indiquer une valeur cumulée de 62 m sur la fiche terrain.
- **Sous-berges** : les sous-berges sont des habitats importants pour la faune aquatique, constituant notamment des aires de refuge et de repos. Comme pour le chevelu racinaire, ce linéaire doit être mesuré en comptabilisant les deux rives de la crique.



Figure 17 : Exemples de bois en crique (© Melun & Le Bihan – OFB).



Figure 18 : Exemples de végétation aquatique au sein du lit mineur d'une crique (© Melun & Le Bihan – OFB).



Figure 19 : Illustration de tapis racinaire (à gauche) et de chevelu racinaire (à droite) apparents au niveau des berges de criques (© Melun & Le Bihan – OFB).

E. Caractérisation de la ripisylve

La caractérisation de la ripisylve s'appuie sur un rapide descriptif de sa structure précisant le nombre de strates présentes (Fig. 20) et une mesure de la largeur de la ripisylve, réalisée grâce au décimètre. Il conviendra d'illustrer ceci par une ou plusieurs photographie(s) représentative(s) de la ripisylve à l'échelle de la station étudiée.

CAS PARTICULIER N°3 : ARRETÉS AEX DÉLIVRÉS **SUR UNE CRIQUE DONT LA LARGEUR EST SUPÉRIEURE À 7,5 M**

La « bande de sauvegarde forestière » (BSF) prévue dans les arrêtés AEX relatifs aux exploitations sur des criques présentant des largeurs supérieures à 7,5 m, prévoit **le maintien de la ripisylve dans toute son intégrité sur une largeur de 35 m de part et d'autre du lit du cours d'eau**. Ceci est également applicable aux éventuels affluents d'une largeur supérieure à 7,5 m. Au-delà donc de la largeur, il convient de vérifier que la structure (nombre et épaisseur des différentes strates de végétation) n'a pas été altérée dans cette bande. Cette évaluation pourra s'appuyer sur une fiche terrain dédiée (*cf. Annexe 1B - Fiche terrain « Ripisylve »*)

Concernant la mesure de la largeur de la ripisylve : elle nécessite de mesurer la distance (en m) entre la berge de la crique (point A - limite interne de la BSF) et le point de la lisière de la ripisylve (point B - limite externe de la BSF). **Cette mesure de largeur doit s'effectuer au décimètre, perpendiculairement à l'axe d'écoulement de la crique**. Pour chacune des largeurs mesurées, les coordonnées GPS du bord de la crique (point A) et de la lisière (point B) devront être enregistrées. Il est recommandé de procéder à la mesure d'environ 20 largeurs de ripisylve dans l'emprise de l'AEX (soit, pour une crique impactée sur 2 km, une mesure tous les 100 mètres environ).

Concernant la caractérisation de l'état de la ripisylve : elle s'appuie également sur la comparaison d'une zone non impactée (ripisylve de référence) et de zones impactées (ripisylve dégradée). Il conviendra ainsi de déterminer :

- 1 station de référence : **située dans le périmètre de l'AEX (ou, à défaut, en amont immédiat de celle-ci) et à moins de 35 m de la crique**, elle ne devra pas comporter de traces d'exploitation ou d'altération. Sur un quadrat de 10 m X 10 m (dont les sommets seront géoréférencés), il convient de décrire succinctement la présence / absence des différentes strates (arborée, arbustive, herbacée) ; la hauteur moyenne des strates ; nombres d'arbres ou d'arbustes dont le diamètre dépasse les 40 cm. L'ensemble des mesures sera illustré par des prises photographiques également géoréférencées.
- 2 stations impactées (*a minima*) selon les constatations sur le terrain, sur lesquelles il convient de reproduire les mêmes observations que sur la station non impactée (présence/ absence des différentes strates ; hauteur moyenne des strates et comptage du nombre d'arbres dont le diamètre dépasse 40 cm) sur une surface identique.

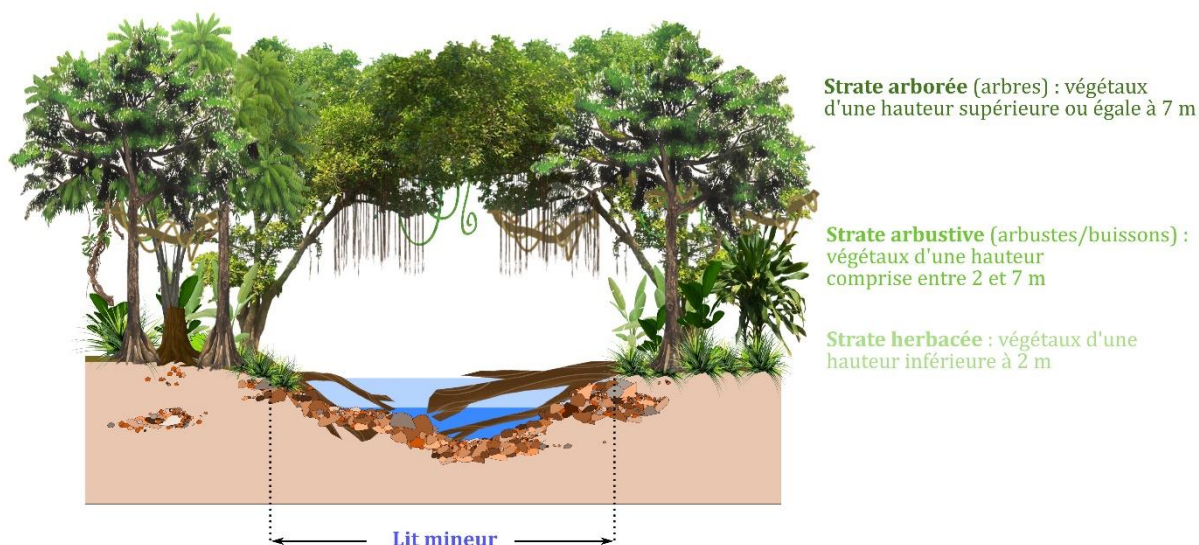


Figure 20 : Stratification verticale de la végétation (d'après Melun *et al.*, 2021, modifié).

4.2. LE COMPARTIMENT « LIT MAJEUR »

4.2.1. Objectifs et logique des mesures dans le lit majeur

La description du lit majeur ne se concentre sur les surfaces impactées par l'exploitation ; en dehors des relevés pédologiques (cf. 4.3 – *Le compartiment « Pédologie »*), aucune investigation au sein du lit majeur de la zone non impactée n'est nécessaire. Elle s'effectue préférentiellement de l'amont vers l'aval et a pour principaux objectifs de :

- ❑ Localiser d'éventuelles zones en eau et barranques, et préciser leurs caractéristiques.
- ❑ Caractériser la qualité de la revégétalisation du lit majeur.
- ❑ Vérifier le démantèlement des andains.
- ❑ Localiser d'éventuels affluents et préciser leurs caractéristiques.
- ❑ Identifier la présence éventuelle de macrodéchets et les localiser.

La caractérisation du lit majeur est simple et repose ainsi sur **l'identification, le géoréférencement et la prise de photos systématiques** 1) des zones en eau et barranques, 2) des zones revégétalisées, 3) des grumes disposées à la surface du lit majeur, 4) des andains, 5) des affluents et 6) des macrodéchets (Fig. 21). Idéalement, **une localisation de certains de ces éléments peut être réalisée dès la phase préparatoire d'analyse SIG & imagerie, en s'appuyant sur des photographies aériennes récentes** (cf. 3.2 – *Recueil d'informations hydromorphologiques*). L'ensemble des informations collectées pourra être renseigné sur la fiche de terrain dédiée au lit majeur (cf. Annexe 2 – *Fiche terrain « Lit majeur »*).

ZONE NON EXPLOITÉE

ZONE EXPLOITÉE

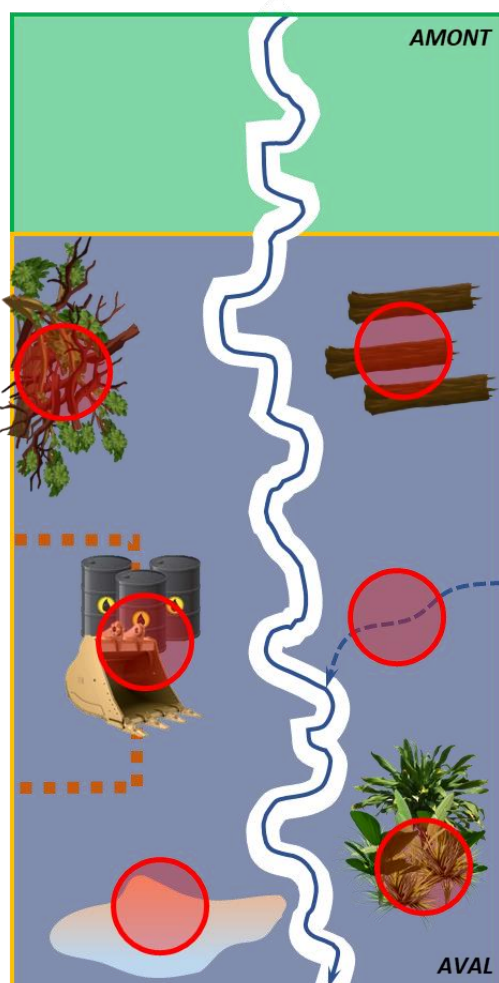


Figure 21 : Observations à réaliser au sein du lit majeur dans le cadre du protocole Cariatou. Ce compartiment s'intéresse aux zones en eau / barranques, à la revégétalisation, aux affluents ainsi qu'à la présence de grumes, d'andains et de macrodéchets. La zone tampon figurée en blanc, présente le lit mineur et ses marges dont la caractérisation a été traitée précédemment (cf. 4.1 – Le compartiment « Lit mineur de la crique principale »).

4.2.2. Description des zones en eau et des barranques

Concernant l'activité minière alluvionnaire légale, les modalités d'exploitation en circuit fermé impliquent la mise en place de bassins de décantation, également appelés « barranques ». Dans le cadre de la réhabilitation progressive de la zone exploitée et de sa remise en état définitive, **ces barranques doivent être totalement rebouchées** (Art. 9.4 de l'arrêté-type AEX actuel). Les modalités d'exploitation de l'activité minière alluvionnaire illégale concourent également à l'ouverture de bassins qui subsistent dans le fond de vallée et sur ses marges. On distinguera lors de leur description les « barranques » - qui constituent de véritables bassins -, des « zones en eau », peu profondes, issues de décaissements, d'excavations ou de barranques trop partiellement rebouchées. Ces dépressions topographiques sont alors remplies par les écoulements de surface et les affleurements de nappe.

Le maintien et la persistance des barranques et - dans une moindre mesure - des zones en eau, sont à l'origine d'une **forte dégradation des milieux aquatiques, de la ressource en eau et de**

la biodiversité. Ces zones sont notamment à l'origine d'un réchauffement significatif des eaux (Melun & Le Bihan, 2020), d'une dégradation des paramètres physico-chimiques (température, concentration en MES et en oxygène dissous, etc.) et constituent des zones préférentielles de méthylation du mercure.

La caractérisation et la localisation précises des barranques et des zones en eau résiduelles doit donc être effectuée sur l'intégralité de la zone exploitée (*cf. blocs n°4 et n°5 de la fiche terrain « Lit majeur »*). Le travail préparatoire d'imagerie peut permettre de renseigner la superficie de ces zones en eau / barranques. Lors de la phase terrain, **la connectivité des zones en eau vis-à-vis de la crique doit être appréhendée** (Fig. 22). Dans ce cadre, on distinguera :

- les bassins / zones en eau directement traversés par la crique, notés « CB » (pour « crique en barranque ») sur la fiche terrain (Fig. 22A et 22B) ;
- les bassins / zone en eau connectés à la crique par un canal, noté « CC » (pour « crique connectée ») sur la fiche terrain (Fig. 22C) ;
- les bassins / zones en eau non connectés à la crique, noté « NC » (pour « non connecté ») sur la fiche terrain (Fig. 22D).

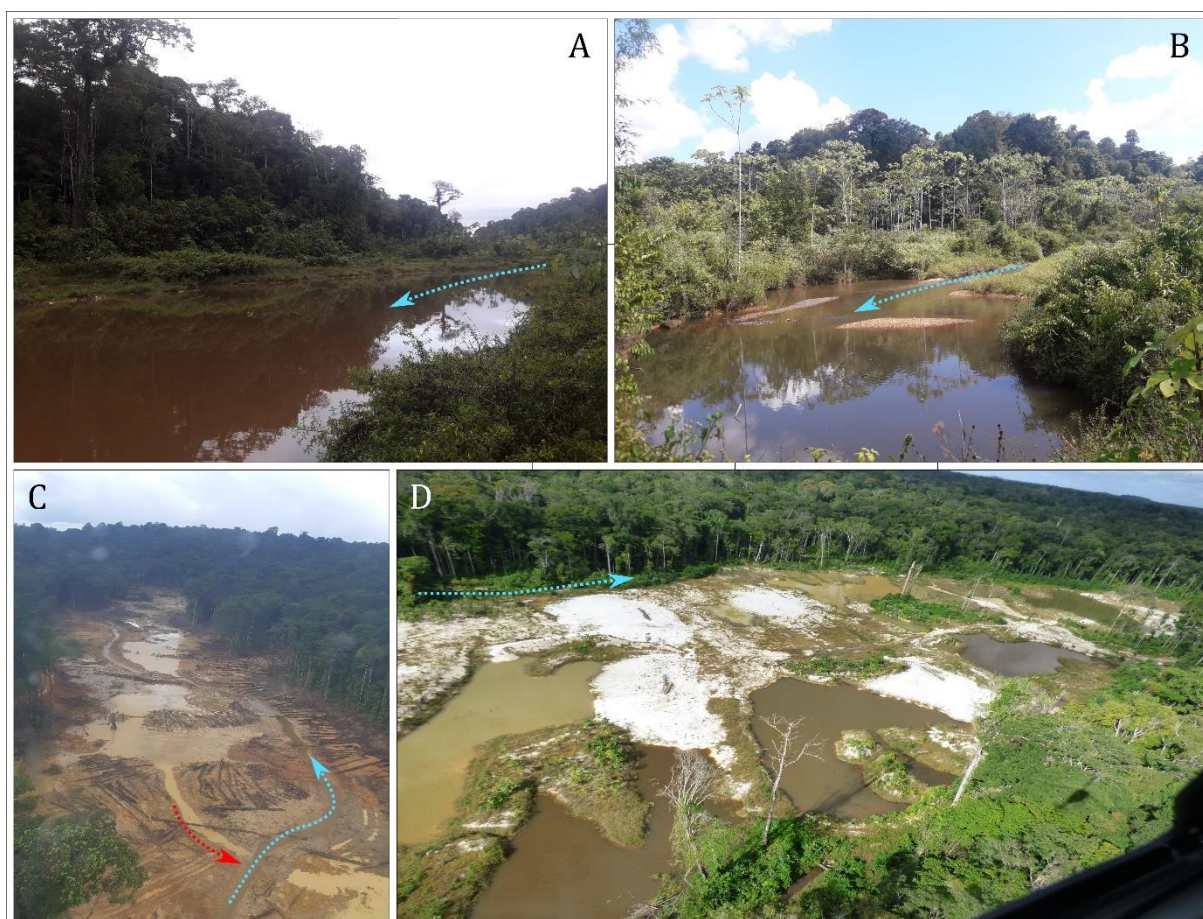


Figure 22 : Illustrations des différents degrés de connexion des barranques aux criques (dont le tracé est matérialisé par les pointillés bleus). Les barranques peuvent être directement traversées par la crique (A, B), reliées à la crique par un canal ou une ouverture de connexion (flèche rouge sur la photo C) ; ou sans connexion directe avec la crique (la crique est maintenue dans le canal de dérivation sur la photo D) (© Melun & Le Bihan – OFB).

Par ailleurs, dans la mesure du possible (si l'accès ne présente pas de danger), il conviendra lors de la phase terrain, de mesurer la température des bassins et des zones en eau connectés à la crique.

4.2.3. Caractérisation de la revégétalisation, des grumes et des andains

La revégétalisation « active » (c'est-à-dire la plantation volontaire pour favoriser la réinstallation d'une végétation pérenne), la disposition de grumes à la surface du lit majeur et le démantèlement des andains constituent des éléments essentiels à la réduction des impacts issus des phases d'exploitation minière. **Ces caractérisations concernent uniquement les exploitations alluvionnaires légales, et consistent en une localisation, une description simple et une illustration photographique systématique des éléments observés sur le terrain.**

- **La revégétalisation active** doit actuellement être effectuée sur 25 à 30 % de la surface exploitée (Art. 9.1 de l'arrêté-type AEX actuel). Le travail préparatoire d'imagerie peut permettre de renseigner la superficie et la localisation des secteurs ou patchs revégétalisés. Sur le terrain, les différentes mesures en lien avec la revégétalisation doivent être localisées et photographiées (*cf. bloc n°6 de la fiche terrain « Lit majeur »*).
- **Les grumes et troncs** issus de la phase initiale de déforestation et de défrichement doivent être redispuestos à la surface du lit majeur afin d'en accroître la rugosité (Fig. 23A et 23B). Lors des relevés de terrain, il conviendra donc d'illustrer la qualité de cette redistribution par des photographies représentatives de cette mesure à l'échelle de la zone exploitée (*cf. bloc n°7 de la fiche terrain « Lit majeur »*).
- **Le démantèlement des andains** (Fig. 23C et 23D), également issus de la phase initiale de déforestation et généralement disposés sur les marges de la zones exploitée, est obligatoire (Art. 9.8 de l'arrêté-type AEX actuel). Lors des relevés de terrain, il conviendra donc de s'assurer de la bonne réalisation de cette prescription ou, à défaut, de localiser et de photographier les andains maintenus (*cf. bloc n°7 de la fiche terrain « Lit majeur »*).



Figure 23 : Illustrations de la bonne redistribution des grumes et troncs à la surface du lit majeur préalablement exploité (A, B). Les andains établis sur les marges de la zones exploitée (C, D) doivent obligatoirement être démantelés en fin d'exploitation (© Melun & Le Bihan – OFB).

4.2.4. Caractérisation des affluents

L'exploitation minière alluvionnaire entraîne des impacts sur la crique principale ainsi que sur les affluents situés dans l'emprise de la zone exploitée. Par conséquent, il est impératif de caractériser l'ensemble des affluents impactés et possédant les caractéristiques de cours d'eau au titre de la police de l'eau (*cf.* article L.215-7-1 du CE).

Le linéaire d'affluents impactés peut accroître de manière significative le linéaire cumulé de cours d'eau impacté sur une zone donnée, en fonction de la complexité du réseau hydrographique. Au vu du temps imparti pour la mise en œuvre du protocole Cariatou, la méthode de caractérisation des affluents est allégée par rapport à la crique principale. La caractérisation des affluents constituant des cours d'eau au titre de la police de l'eau présentera *a minima* (*cf. bloc n°8 de la fiche terrain « Lit majeur »*) :

- les coordonnées de la confluence à la crique principale ;
- une estimation de la longueur de la crique affluente (au télémètre ou décamètre) ;

- un descriptif des principales caractéristiques et de l'état de la crique affluente, détaillant par exemple son caractère sinueux, rectiligne ou incisé, la présence/absence de bois en crique, la nature granulométrique du lit, le colmatage éventuel, la forme des berges, etc. (Fig. 24) ;
- une ou plusieurs illustration(s) photographique(s) illustrant le descriptif réalisé.



Figure 24 : Illustrations de quelques dysfonctionnements sur des affluents : le lit rectiligne et la reconnexion perpendiculaire (A), affluent incisé et berges verticales (B), affluents déconnectés du lit de la crique principale (C, D) (© Melun & Le Bihan – OFB).

4.2.5. Caractérisation des macrodéchets

Ce travail repose sur un recensement systématique des macrodéchets (engins, matériels, outils, bâches, carbets, etc...) à l'échelle de la zone exploitée. Cet inventaire doit être le plus exhaustif

possible, même si certains déchets peuvent être enfouis. **Il conviendra, lors des investigations de terrain, d'identifier, de géoréférencer et photographier chacun de ces macrodéchets.** Une attention particulière sera portée à ceux présentant une potentielle dangerosité ou susceptibles de générer des pollutions des eaux et des sols (*cf. bloc n°9 de la fiche terrain « Lit majeur »*).

Pour rappel, dans le cadre des exploitations légales, il est prescrit une « évacuation systématique des installations fixes, matériels et déchets résiduels » (Art. 9.9 de l'arrêté-type AEX actuel).

4.3. LE COMPARTIMENT « PÉDOLOGIE »

La pédologie (« science qui étudie les sols ») est une géoscience qui s'intéresse à la formation, la structure et l'évolution des sols. La morphologie des sols est notamment décrite par l'identification d'horizons (couches de sol homogènes) qui se succèdent verticalement et qui se caractérisent notamment par leur richesse en matière organique (qui donne une teinte brun foncé à la terre) et leur granulométrie (c'est-à-dire la taille des particules minérales qui composent les différents horizons).

Par ses modalités d'exploitation, l'activité minière alluvionnaire - légale comme illégale - est de nature à entraîner une déstructuration et des altérations profondes de la morphologie des sols, marquées par un mélange des différents horizons pédologiques et un appauvrissement, voire une disparition, des terres humifères. En Guyane, l'épaisseur de terres humifères est d'environ 10 à 20 cm (Melun *et al.*, 2021) et détermine en grande partie les fonctions biogéochimiques, hydrologiques et biologiques des sols composant le lit majeur, et notamment leur végétalisation.

L'évaluation des impacts de l'activité minière et des opérations de remise en état¹³ nécessite donc de caractériser les paramètres pédologiques sur les zones impactées. **Dans ce protocole, les caractéristiques pédologiques sont ainsi renseignées par la réalisation et la comparaison de plusieurs sondages répartis sur la zone non exploitée puis sur la zone exploitée.**

L'ensemble des données collectées doit être directement renseignée dans la fiche terrain dédiée à la pédologie (*cf. Annexe 3 – Fiche terrain « Pédologie »*).

4.3.1. Objectifs et logique des mesures

Les principaux objectifs sont de :

- Caractériser les horizons pédologiques du lit majeur de la zone non exploitée.
- Caractériser les horizons pédologiques du lit majeur de la zone exploitée.
- Caractériser la reconstitution de la couche de terres humifères à la surface de la zone exploitée.

¹³ Dans le cas de l'activité minière alluvionnaire légale, les horizons de surface doivent être mis en stock lors de l'exploitation et régalés sur l'ensemble de la surface lors de la remise en état (Art. 3.5 et Art. 9.7 de l'arrêté-type AEX actuel).

La caractérisation de la reconstitution des horizons pédologiques repose sur la réalisation de sondages pédologiques à la tarière à main à des profondeurs comprises entre 0,50 m et 1,20 m ; et sur la prise de clichés photographiques de la surface de la zone exploitée en différents points.

Afin d'avoir une bonne représentativité à l'échelle du site étudié, il est recommandé de répartir les sondages pédologiques de la manière suivante (Fig. 25) :

- **sur la zone non exploitée** : 4 sondages pédologiques en suivant l'axe de la vallée (sondages n°1 à n°4 sur la Fig. 25) ;
- **sur la zone exploitée** : 4 sondages pédologiques en suivant l'axe de la vallée, à proximité immédiate de la zone non exploitée qui sert de témoin (sondages n°5 à n°8 sur le Fig. 25) et 4 à 6 sondages répartis à l'échelle de la zone exploitée (position amont, médiane et terminale ; sondages n°9 à n°14 sur la Fig. 25).

Dans un souci de représentativité, il faut éviter de réaliser les sondages pédologiques à proximité immédiate de la crique, des lits de crues, des traces d'anciens lits, des zones de dépressions topographiques ainsi que des coteaux.

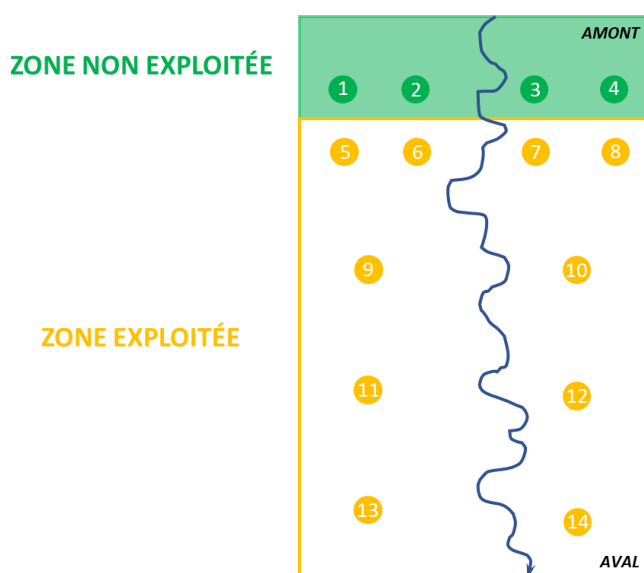


Figure 25 : Illustration de la répartition des sondages pédologiques prévus dans le cadre du protocole Cariatou.

4.3.2. Mise en œuvre des sondages pédologiques

Les recommandations pour réaliser un sondage de sol (ou « carottage ») sont décrites par étapes¹⁴ :

- **Étape 1** : Numéroté le sondage, préciser le type de site (non exploité, exploité) et noter ses coordonnées GPS sur la fiche terrain dédiée.
- **Étape 2** : Mesurer au mètre ruban l'épaisseur de la litière.

¹⁴ Pour aller plus loin des recommandations intéressantes sur la réalisation des sondages pédologiques peuvent être trouvées sur le portail : <https://sols-de-bretagne.fr>

- **Étape 3** : Retirer la litière et la végétation herbacée au droit du point à carotter.
- **Étape 4** : Extraire l'intégralité de la première carotte (environ 20 cm selon la tarière utilisée) et la disposer dans la gouttière en respectant l'ordre des horizons pédologiques.
- **Étape 5** : Extraire les 10 cm environ de chaque carotte (en retirant les résidus de sondage de haut de carotte) et vérifier régulièrement la correspondance entre la hauteur de carotte compilée dans la gouttière et la profondeur du trou.
- **Étape 6** : Poursuivre le sondage sur une profondeur maximum de 1,20 m, avec un minimum de 0,50 m.
- **Étape 7** : Définir la longueur totale de la carotte et décrire *a minima* la partie sommitale (Fig. 26) du sondage : épaisseur de litière « L » (en cm), et épaisseur de la couche de terres humifères « TH » (en cm). Pour la description des horizons superficiels sous-jacents du sol (S), il conviendra de définir les différentes couches et d'y repérer les traces éventuelles de matière organique. **Cette étape peut nécessiter de se rapprocher d'un spécialiste en pédologie des sols tropicaux** (réquisition possible de personnes qualifiées dans le cadre d'une enquête judiciaire).
- **Étape 8** : Prendre des clichés photographiques en haute définition du sondage disposé dans une gouttière en PVC avec la carotte soigneusement ouverte en deux au couteau dans le sens de la longueur. Un repère gradué (mire ou réglet) sera disposé le long de la gouttière en s'assurant que le 0 du repère gradué corresponde au sommet de la carotte. Il est recommandé de prendre au minimum deux photographies, avec l'appareil positionné parallèlement à la surface du sol :
 - une vue d'ensemble de la carotte ;
 - une vue zoomée sur les 30 premiers centimètres.
- **Étape 9** : Reboucher le(s) trou(s) effectué(s) afin de prévenir tout accident pour la faune.

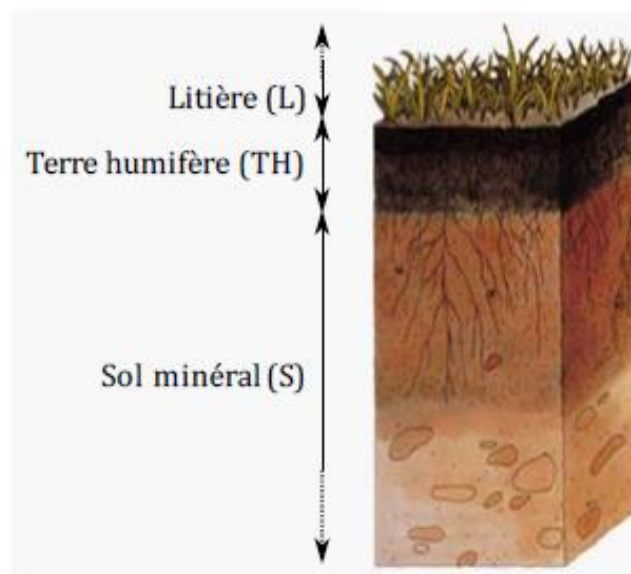


Figure 26 : Organisation verticale schématique des éléments du compartiment « pédologie » à caractériser dans le cadre du protocole Cariatou.

Cette description doit être effectuée pour chaque sondage pédologique. Si le nombre de gouttière le permet, il est intéressant pour les clichés photographiques de regrouper les différentes carottes pour les deux séries de 4 carottes réalisées sur la zone non exploitée puis à proximité immédiate de la zone exploitée.

5. BANCARISATION DES DONNÉES

L'ensemble des données collectées, lors de la phase préparatoire comme sur le terrain, doit être rigoureusement bancarisé. Les fiches de terrain doivent être conservées, et éventuellement scannées et/ou photographiées. Les données issues des relevés de terrain sont retranscrites dans un tableau de saisies des données fourni dans le cadre du protocole Cariatou (*Données_impacts_miniers_NOM DU SITE_VIERGE.xls*). Il est recommandé de rapidement assurer le transfert des données terrain dans ce fichier de saisie.

Concernant la bancarisation des photographies, il est fortement recommandé d'**élaborer une arborescence spécifique et rigoureuse à chacun des sites** faisant l'objet du déploiement du protocole. Cette arborescence distinguera les différents compartiments traités, puis les observations à l'échelle du linéaire et des différentes stations (Fig. 27).

Pour rappel, les utilisateurs sont invités à communiquer aux auteurs toute proposition d'ajustement et/ou de complément vis-à-vis du protocole actuel, mais aussi les coordonnées géographiques des sites ayant fait l'objet d'un déploiement du protocole, permettant à terme d'envisager un retour d'expérience.

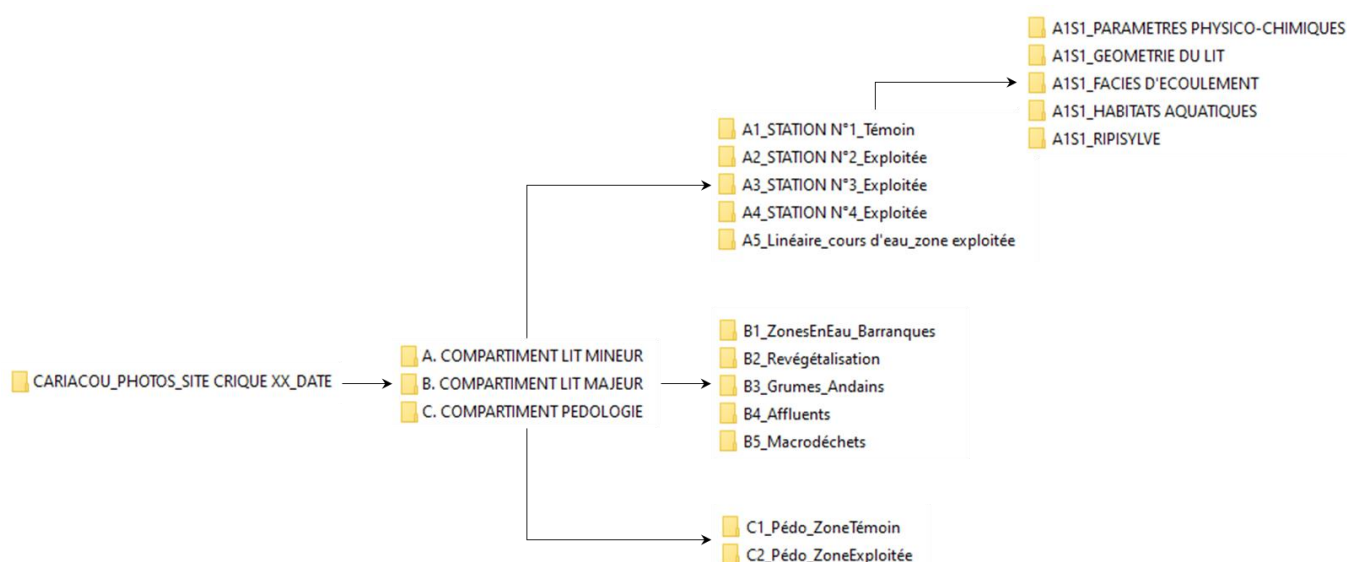


Figure 27 : Exemple d'arborescence à suivre pour l'organisation du corpus photographique lié au protocole Cariatou.

ANNEXES

ANNEXE 1A - FICHE TERRAIN « LIT MINEUR »

ANNEXE 1B - FICHE TERRAIN « RIPISYLVE »

ANNEXE 2 - FICHE TERRAIN « LIT MAJEUR »

ANNEXE 3 - FICHE TERRAIN « PÉDOLOGIE »

ANNEXE 4 - GABARIT GRANULOMÉTRIQUE

ANNEXE 5 - ÉVALUATION DU COLMATAGE

ANNEXE 1A - FICHE TERRAIN « LIT MINEUR »

NOM DU SITE _____ (n°AEX____ / _____)

FICHE N°1A - COMPARTIMENT « LIT MINEUR »

1. INFORMATIONS GÉNÉRALES					
NOM DE LA CRIQUE PRINCIPALE :			COMMUNE :		
NOM DE LA SOCIÉTÉ :			RÉDACTEUR(S) :		
DATE : / /		HEURE DÉBUT :		HEURE FIN :	
RAPPEL DES COORDONNÉES DES LIMITES DE LA ZONE EXPLOITÉE (UTM 22 Nord) :					
Amont	X	Y	Aval	X	Y
1			3		
2			4		
Lpb CARLA ou mesure terrain (m) :			Longueur stations / 14 Lpb (m) :		

2. OBJECTIFS DES MESURES	
<input type="checkbox"/> CARACTÉRISER LA MORPHOLOGIE DU LIT MINEUR <input type="checkbox"/> CARACTÉRISER LES DÉFAUTS DE REMISE EN ÉTAT PAR RAPPORT À L'ÉTAT INITIAL <input type="checkbox"/> CARACTÉRISER LE NIVEAU D'ALTÉRATION DES HABITATS AQUATIQUES DANS LA ZONE EXPLOITÉE	

3. LOGIQUE ET LOCALISATION DES STATIONS	
<div> <div>ZONE NON EXPLOITÉE</div> <div> </div> </div>	<div> <div>1 station dans la zone non impactée (station n°1)</div> <ul style="list-style-type: none"> Longueur : 14 Lpb (cf. Carla ou mesures terrain) 3 profils en travers (PT) régulièrement répartis Faciès / colmatage & habitats aquatiques Mesures physico-chimiques (T°, Conductivité, MES) 4 sondages pédologiques (cf. Fiche Pédologie) </div> <div> <div>3 stations dans la zone exploitée (stations n°2, n°3, n°4)</div> <ul style="list-style-type: none"> Longueur : identique à la station n°1 3 PT régulièrement répartis Faciès / colmatage & habitats aquatiques 8 à 10 sondages pédologiques (cf. Fiche Pédologie) Mesures physico-chimiques (T°, Conductivité, MES) </div> <div> <p>Éviter la proximité des versants, les marges instables de la crique et les zones en eau.</p> </div>

COMMENTAIRES GÉNÉRAUX
<div></div>

4. DESCRIPTION PAR SEGMENT DU LINÉAIRE IMPACTÉ					
N°	X Amont	Y Amont	Long. (m)	Type de tronçon ¹⁵	N° Photos
1				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
2				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
3				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
4				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
5				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
6				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
7				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
8				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
9				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
10				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
11				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
12				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
13				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
14				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
15				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
16				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
17				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
18				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
19				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
20				<input type="checkbox"/> LN <input type="checkbox"/> LR <input type="checkbox"/> LC <input type="checkbox"/> LB <input type="checkbox"/> Ø	
Commentaires éventuels par N° de segment (forme des berges, présence d'ouvrage de franchissement, de merlons, etc.) :					

5. SYNTHÈSE SUR LE LINÉAIRE DE COURS D'EAU IMPACTÉ	
Linéaire total de la crique principale dans la zone exploitée (sur photos aériennes) (en m) :	
Linéaire de crique principale observé et caractérisé dans la zone exploitée (en m) :	
% de crique s'écoulant dans son lit naturel :	Photos n°
% de crique replacé dans la vallée :	Photos n°
% de crique maintenu dans le canal de dérivation :	Photos n°
% de crique en barranque :	Photos n°

6. FRONTS D'ÉROSION RÉGRESSIVE			
Présence de front d'érosion régressive : <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non			
Front d'érosion régressive n°1	X :	Y :	Hauteur (m) :
Photos n°			
Front d'érosion régressive n°2	X :	Y :	Hauteur (m) :
Photos n°			
Front d'érosion régressive n°3	X :	Y :	Hauteur (m) :
Photos n°			

¹⁵ **LN** : Lit naturel ; **LR** : Lit réhabilité / reconstruit ; **LC** : Lit canalisé (maintenu dans un canal de dérivation) ; **LB** (Lit en barranque) ; **Ø** : non renseigné ou inaccessible.

STATION N°1 - ZONE DE RÉFÉRENCE

S.1.1 CARACTÉRISATION DE LA STATION N°1 :

RAPPEL DES COORDONNÉES DES LIMITES DE LA STATION n°1 (UTM 22 Nord)

Amont	X :	Y :	Aval	X :	Y :
Température (°C) :		Conductivité (en µS) :		MES (en mg/l ; si > 150 mg/l) :	

PROFIL EN TRAVERS n°1		PROFIL EN TRAVERS n°2		PROFIL EN TRAVERS n°3	
X :	Y :	X :	Y :	X :	Y :
Lpb (en m) :		Lpb (en m) :		Lpb (en m) :	
Distance inter-point (Lpb/7) :		Distance inter-point (Lpb/7) :		Distance inter-point (Lpb/7) :	
Faciès :		Faciès :		Faciès :	
N° point	H (en m)	N° point	H (en m)	N° point	H (en m)
S(eau)		S(eau)		S(eau)	
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
5		5		5	
6		6		6	
7		7		7	
8		8		8	

S.1.2 FACIÈS D'ÉCOULEMENT ET COLMATAGE

Type de faciès	Long. faciès (en m.)	Granulo dominante	Granulo accessoire	Classe colmatage

S.1.3 HABITATS AQUATIQUES COMPLÉMENTAIRES DANS LE LIT MINEUR

Type d'habitat	Unité de mesure	Valeur cumulée
Gros bois en rivière ($\varnothing > 10\text{cm}$) ¹⁶	Nombre	
Petits bois en rivière ($3 < \varnothing < 10\text{cm}$)	Nombre	
Pierres grossières / blocs rocheux ¹⁷	Nombre	
Végétation aquatique	% de la section mouillée	
Chevelu racinaire	ml	
Sous-berges	ml	

S.1.4 CARACTÉRISATION DE LA RIPISYLVE

Rive gauche	Strate(s) représentée(s) : <input type="checkbox"/> absente <input type="checkbox"/> herbacée <input type="checkbox"/> arbustive <input type="checkbox"/> arborée	Largeur (en m) :
Rive droite	Strate(s) représentée(s) : <input type="checkbox"/> absente <input type="checkbox"/> herbacée <input type="checkbox"/> arbustive <input type="checkbox"/> arborée	Largeur (en m) :
N° & coordonnées GPS de la photo	N° :	X : Y :

¹⁶ Seuls les bois > 50 cm de longueur et intégrés au lit mineur doivent être dénombrés (Gomi *et al.*, 2006).

¹⁷ Matériaux sédimentaires > 12,8 cm (Échelle de Wentworth, modifiée)

STATION N°2 - PÉRIMÈTRE EXPLOITÉ

S.2.1 CARACTÉRISATION DE LA STATION N°2 :

RAPPEL DES COORDONNÉES DES LIMITES DE LA STATION n°2 (UTM 22 Nord)

Amont	X :	Y :	Aval	X :	Y :
--------------	-----	-----	-------------	-----	-----

PROFIL EN TRAVERS n°1		PROFIL EN TRAVERS n°2		PROFIL EN TRAVERS n°3	
X :	Y :	X :	Y :	X :	Y :
Lpb (en m) :		Lpb (en m) :		Lpb (en m) :	
Distance inter-point (Lpb/7) :		Distance inter-point (Lpb/7) :		Distance inter-point (Lpb/7) :	
Faciès :		Faciès :		Faciès :	
N° point	H (en m)	N° point	H (en m)	N° point	H (en m)
S(eau)		S(eau)		S(eau)	
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
5		5		5	
6		6		6	
7		7		7	
8		8		8	

S.2.2 FACIÈS D'ÉCOULEMENT

Type de faciès	Longueur du faciès (en m.)	Granulométrie dominante	Granulométrie accessoire	Colmatage (Protocole Archambaud)

S.2.3 HABITATS AQUATIQUES COMPLÉMENTAIRES DANS LE LIT MINEUR

Type d'habitat	Unité de mesure	Valeur cumulée
Gros bois en rivière ($\varnothing > 10\text{cm}$)	Nombre	
Petits bois en rivière ($3 < \varnothing < 10\text{cm}$)	Nombre	
Pierres grossières / blocs rocheux	Nombre	
Végétation aquatique	% de la section mouillée	
Chevelu racinaire	ml	
Sous-berges	ml	

S.2.4 CARACTÉRISATION DE LA RIPISYLVE

Rive gauche	Strate(s) représentée(s) : <input type="checkbox"/> absente <input type="checkbox"/> herbacée <input type="checkbox"/> arbustive <input type="checkbox"/> arborée	Largeur (en m) :
Rive droite	Strate(s) représentée(s) : <input type="checkbox"/> absente <input type="checkbox"/> herbacée <input type="checkbox"/> arbustive <input type="checkbox"/> arborée	Largeur (en m) :
N° & coordonnées GPS de la photo	N° :	X : Y :

STATION N°3 - PÉRIMÈTRE EXPLOITÉ

S.3.1 CARACTÉRISATION DE LA STATION N°3 :

RAPPEL DES COORDONNÉES DES LIMITES DE LA STATION n°3 (UTM 22 Nord)

Amont	X :	Y :	Aval	X :	Y :
--------------	-----	-----	-------------	-----	-----

PROFIL EN TRAVERS n°1		PROFIL EN TRAVERS n°2		PROFIL EN TRAVERS n°3	
X :	Y :	X :	Y :	X :	Y :
Lpb (en m) :		Lpb (en m) :		Lpb (en m) :	
Distance inter-point (Lpb/7) :		Distance inter-point (Lpb/7) :		Distance inter-point (Lpb/7) :	
Faciès :		Faciès :		Faciès :	
N° point	H (en m)	N° point	H (en m)	N° point	H (en m)
S(eau)		S(eau)		S(eau)	
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
5		5		5	
6		6		6	
7		7		7	
8		8		8	

S.3.2 FACIÈS D'ÉCOULEMENT

Type de faciès	Longueur du faciès (en m.)	Granulométrie dominante	Granulométrie accessoire	Colmatage (Protocole Archambaud)

S.3.3 HABITATS AQUATIQUES COMPLÉMENTAIRES DANS LE LIT MINEUR

Type d'habitat	Unité de mesure	Valeur cumulée
Gros bois en rivière ($\varnothing > 10\text{cm}$)	Nombre	
Petits bois en rivière ($3 < \varnothing < 10\text{cm}$)	Nombre	
Pierres grossières / blocs rocheux	Nombre	
Végétation aquatique	% de la section mouillée	
Chevelu racinaire	ml	
Sous-berges	ml	

S.3.4 CARACTÉRISATION DE LA RIPISYLVE

Rive gauche	Strate(s) représentée(s) : <input type="checkbox"/> absente <input type="checkbox"/> herbacée <input type="checkbox"/> arbustive <input type="checkbox"/> arborée				Largeur (en m) :
Rive droite	Strate(s) représentée(s) : <input type="checkbox"/> absente <input type="checkbox"/> herbacée <input type="checkbox"/> arbustive <input type="checkbox"/> arborée				Largeur (en m) :
N° & coordonnées GPS de la photo	N° :		X :		Y :

STATION N°4 - PÉRIMÈTRE EXPLOITÉ

S.4.1 CARACTÉRISATION DE LA STATION N°4 :

RAPPEL DES COORDONNÉES DES LIMITES DE LA STATION n°4 (UTM 22 Nord)

Amont	X :	Y :	Aval	X :	Y :
Température (°C) :		Conductivité (en µS) :		MES (en mg/l si > 150 mg/l) :	

PROFIL EN TRAVERS n°1		PROFIL EN TRAVERS n°2		PROFIL EN TRAVERS n°3	
X :	Y :	X :	Y :	X :	Y :
Lpb (en m) :		Lpb (en m) :		Lpb (en m) :	
Distance inter-point (Lpb/7) :		Distance inter-point (Lpb/7) :		Distance inter-point (Lpb/7) :	
Faciès :		Faciès :		Faciès :	
N° point	H (en m)	N° point	H (en m)	N° point	H (en m)
S(eau)		S(eau)		S(eau)	
1		1		1	
2		2		2	
3		3		3	
4		4		4	
5		5		5	
6		6		6	
7		7		7	
8		8		8	

S.4.2 FACIÈS D'ÉCOULEMENT

Type de faciès	Longueur du faciès (en m.)	Granulométrie dominante	Granulométrie accessoire	Colmatage (Protocole Archambaud)

S.4.3 HABITATS AQUATIQUES COMPLÉMENTAIRES DANS LE LIT MINEUR

Type d'habitat	Unité de mesure	Valeur cumulée
Gros bois en rivière (ø > 10cm)	Nombre	
Petits bois en rivière (3 < ø < 10cm)	Nombre	
Pierres grossières / blocs rocheux	Nombre	
Végétation aquatique	% de la section mouillée	
Chevelu racinaire	ml	
Sous-berges	ml	

S.4.4 CARACTÉRISATION DE LA RIPISYLVE

Rive gauche	Strate(s) représentée(s) : <input type="checkbox"/> absente <input type="checkbox"/> herbacée <input type="checkbox"/> arbustive <input type="checkbox"/> arborée	Largeur (en m) :	
Rive droite	Strate(s) représentée(s) : <input type="checkbox"/> absente <input type="checkbox"/> herbacée <input type="checkbox"/> arbustive <input type="checkbox"/> arborée	Largeur (en m) :	
N° & coordonnées GPS de la photo	N° :	X :	Y :

ANNEXE 1B - FICHE TERRAIN « RIPISYLVE »

NOM DU SITE _____ (n°AEX ____ / ____)

FICHE N°1B - COMPARTIMENT « RIPISYLVE »

1. INFORMATIONS GÉNÉRALES

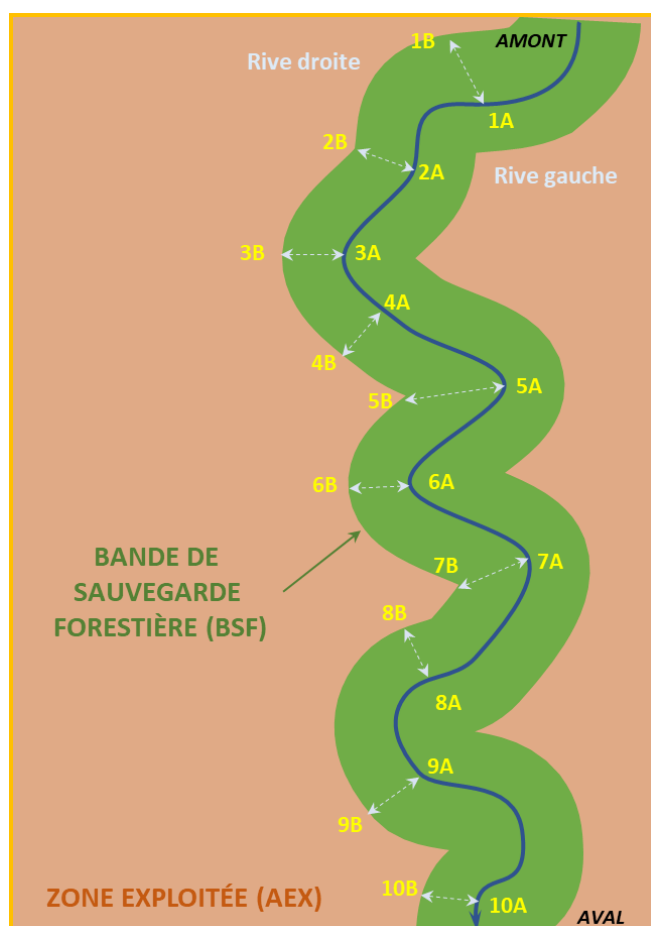
NOM DE LA CRIQUE PRINCIPALE :			COMMUNE :		
NOM DE LA SOCIÉTÉ :			RÉDACTEUR(S) :		
DATE : / /		HEURE DÉBUT :		HEURE FIN :	
RAPPEL DES COORDONNÉES DES LIMITES DE LA ZONE EXPLOITÉE (UTM 22 Nord) :					
Amont	X	Y	Aval	X	Y
1			3		
2			4		

2. OBJECTIFS DES MESURES

- ☐ MESURER LA LARGEUR DE LA RIPISYLVE
- ☐ CARACTÉRISER L'ÉTAT DE RIPISYLVE À L'ÉCHELLE STATIONNELLE

3. LOGIQUE ET LOCALISATION DES STATIONS

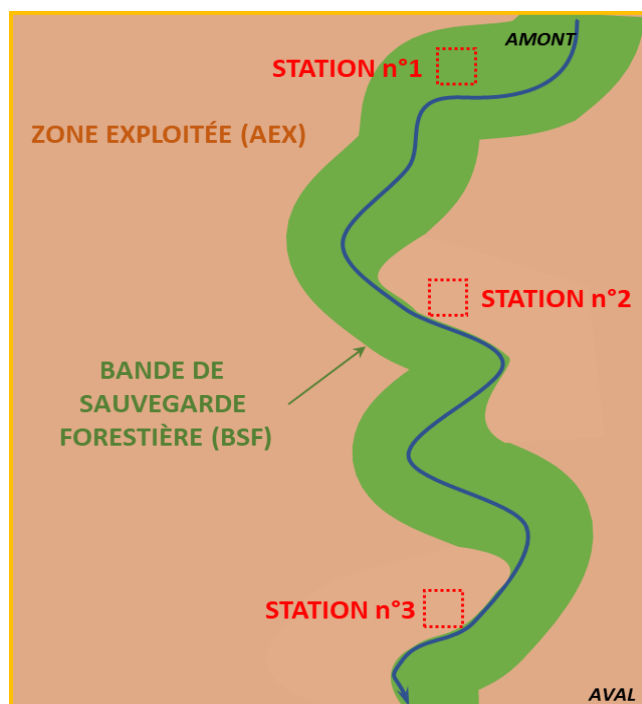
MESURER LA LARGEUR DE RIPISYLVE



Exemple de répartition des points de mesure de la largeur de la ripisylve. Selon les constatations terrain, **les mesures peuvent concerner uniquement l'une des rives, ou les deux** (à préciser le cas échéant dans le bloc n°4 ci-après).

La mesure de la largeur s'effectue au décimètre, perpendiculairement à l'axe d'écoulement de la crique.

CARACTÉRISER L'ÉTAT DE LA RIPISYLVE



1 station « témoin » dans la BSF de la zone exploitée (station n°1) :

- ☐ Aucune trace de dégradation de la ripisylve.
- ☐ Station située dans la bande de 35 m (BSF).
- ☐ Relevé effectué sur une surface de 10 m x 10 m avec description succincte des 3 strates (arborée, arbustive, herbacée) + comptage du nombre d'arbres dont le tronc présente un diamètre supérieur à 20 cm.
- ☐ Géoréférencement des photos et des sommets de la station (cf. bloc n°6 ci-après).

2 (ou plus) stations « impactées » dans la BSF dégradée :

- ☐ Reproduire les mêmes relevés que sur la station n°1.

4. MESURE DE LA LARGEUR DE LA RIPISYLVE

N°	Rive (G/D)	Point A (côté crique)		Point B (côté zone exploitée)		Largeur (m)
		X	Y	X	Y	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						

5. OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR LA RIPISYLVE :

État de la BSF ☐ non impactée ☐ partiellement impactée ☐ fortement impactée

Type de dégradation :

☐ Piste ☐ Zone exploitée ☐ Présence d'engins ☐ Présence de macrodéchets ☐ Présence d'andains
☐ Autre : _____

Commentaires (présence de zone(s) inaccessible(s), export de bois, altération de la morphologie de la crique, etc.) :

6. STATION N°1 : RIPISYLVE DE RÉFÉRENCE

LOCALISATION DE LA STATION					
Points	X	Y	Points	X	Y
A			C		
B			D		
DESCRIPTION DES STRATES VÉGÉTALES					
Strate	Présence / Absence	Caractéristiques		N° photos	
Arborée		Nombre d'arbres ($\varnothing > 20$ cm) :			
Arbustive					
Herbacée					
OBSERVATIONS (marque de passage, travaux, présence d'espèce(s) exotique(s) envahissante(s), autres altérations) :					

7. STATION N°2 : RIPISYLVE ALTÉRÉE

LOCALISATION DE LA STATION					
Points	X	Y	Points	X	Y
A			C		
B			D		
DESCRIPTION DES STRATES VÉGÉTALES					
Strate	Présence / Absence	Caractéristiques		N° photos	
Arborée		Nombre d'arbres ($\varnothing > 20$ cm) :			
Arbustive					
Herbacée					
OBSERVATIONS (marque de passage, travaux, présence d'espèce(s) exotique(s) envahissante(s), autres altérations) :					

8. STATION N°3 : RIPISYLVE ALTÉRÉE

LOCALISATION DE LA STATION					
Points	X	Y	Points	X	Y
A			C		
B			D		

DESCRIPTION DES STRATES VÉGÉTALES			
Strate	Présence / Absence	Caractéristiques	N° photos
Arborée		Nombre d'arbres ($\varnothing > 20$ cm) :	
Arbustive			
Herbacée			

OBSERVATIONS (marque de passage, travaux, présence d'espèce(s) exotique(s) envahissante(s), autres altérations) :

9. STATION N°4 : RIPISYLVE ALTÉRÉE

LOCALISATION DE LA STATION					
Points	X	Y	Points	X	Y
A			C		
B			D		

DESCRIPTION DES STRATES VÉGÉTALES			
Strate	Présence / Absence	Caractéristiques	N° photos
Arborée		Nombre d'arbres ($\varnothing > 20$ cm) :	
Arbustive			
Herbacée			

OBSERVATIONS (marque de passage, travaux, présence d'espèce(s) exotique(s) envahissante(s), autres altérations) :

ANNEXE 2 - FICHE TERRAIN « LIT MAJEUR »

NOM DU SITE _____ (n°AEX____ / _____)

FICHE N°2 - COMPARTIMENT « LIT MAJEUR »

1. INFORMATIONS GÉNÉRALES

DATE :	HEURE :	RÉDACTEUR(S) :
--------	---------	----------------

2. OBJECTIFS DE LA MESURE

- ☐ LOCALISER D'ÉVENTUELLES BARRANQUES ET PRÉCISER LEURS CARACTÉRISTIQUES
- ☐ LOCALISER D'ÉVENTUELLES ZONES EN EAU ET PRÉCISER LEURS CARACTÉRISTIQUES
- ☐ CARACTÉRISER LA QUALITÉ DE LA RÉVÉGÉTALISATION DU LIT MAJEUR
- ☐ CARACTÉRISER LA REDISPOSITION DES TRONCS/GRUMES À LA SURFACE DU LIT MAJEUR
- ☐ APPRÉHENDER LES ANDAINS NON DÉMANTELÉS
- ☐ LOCALISER D'ÉVENTUELS AFFLUENTS ET PRÉCISER LEURS CARACTÉRISTIQUES ET LEUR ÉTAT
- ☐ IDENTIFIER LA PRÉSENCE ÉVENTUELLE DE MACRODÉCHETS

3. LOGIQUE ET LOCALISATION DES STATIONS

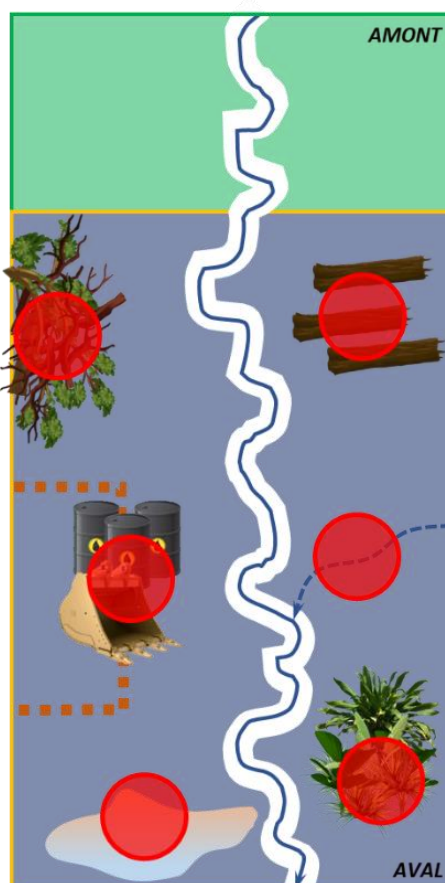
ZONE NON EXPLOITÉE (HORS AEX)

Localiser la présence d'andains et de produits du défrichement non démantelés

PÉRIMÈTRE EXPLOITÉ (DANS L'AEX)

Caractériser la présence de macrodéchets (engins, bidons, bâches, tables de tri, etc.) et le non-

Caractériser la présence de barranques et/ou de zones en eau, leur étendue, leur connectivité à la crique principale et leurs paramètres



Caractériser la bonne redistribution des troncs et grumes à la surface du flat

Caractériser la présence d'affluent(s) et vérifier leur connexion à la crique principale

Caractériser et localiser les secteurs et patches de revégétalisation sur la zone exploitée

4. BARRANQUES

N°	Localisation		Connectivité ¹⁸ à la crique			T°C	N° photos
1	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		
2	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		
3	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		
4	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		
5	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		
6	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		
7	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		
8	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		
9	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		
10	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC		

Commentaires (présence, étendue, connectivité à la crique, etc.) :

5. ZONES EN EAU

Id	Localisation		Connectivité à la crique			N° photos
1	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	
2	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	
3	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	
4	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	
5	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	
6	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	
7	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	
8	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	
9	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	
10	X :	Y :	<input type="checkbox"/> CC	<input type="checkbox"/> CB	<input type="checkbox"/> NC	

Commentaires (présence, étendue, connectivité à la crique, etc.) :

¹⁸ Crique en barranque (CB) ; barranque connectée à la crique par un canal (CC) ; barranque isolée et non connectée à la crique (NC).

6. REVÉGÉTALISATION À L'ÉCHELLE DE LA ZONE EXPLOITÉE

Type	Localisation		N° photos
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	

Commentaires (présence/absence/importance et localisation des zones revégétalisées, etc.) :

7. ILLUSTRATION DE LA PRÉSENCE D'ANDAINS ET DE TRONCS À L'ÉCHELLE DE LA ZONE EXPLOITÉE

Type	Localisation		N° photos
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	

Commentaires (présence/absence/importance et localisation d'andains et de troncs, etc.) :

8. AFFLUENT(S) - Cours d'eau au titre de la police de l'eau (L.215-7-1 du CE)

N°	Localisation de la confluence		Longueur (en m)	N° photos
1	X :	Y :		
Commentaires (caractéristiques et état de la crique affluente, forme du lit, connexion à la crique principale) :				
2	X :	Y :		
Commentaires (caractéristiques et état de la crique affluente, forme du lit, connexion à la crique principale) :				
3	X :	Y :		
Commentaires (caractéristiques et état de la crique affluente, forme du lit, connexion à la crique principale) :				
4	X :	Y :		
Commentaires (caractéristiques et état de la crique affluente, forme du lit, connexion à la crique principale) :				
5	X :	Y :		
Commentaires (caractéristiques et état de la crique affluente, forme du lit, connexion à la crique principale) :				

9. MACRODÉCHETS

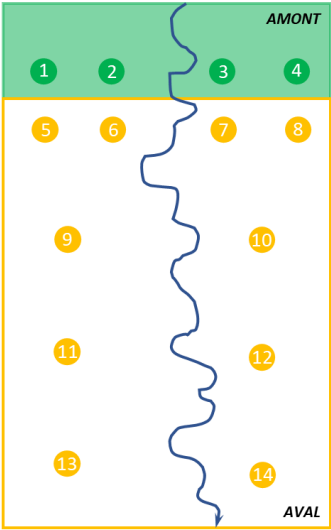
Type	Localisation		N° photos
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
	X :	Y :	
Commentaires (présence, abondance, dangerosité, etc.) :			

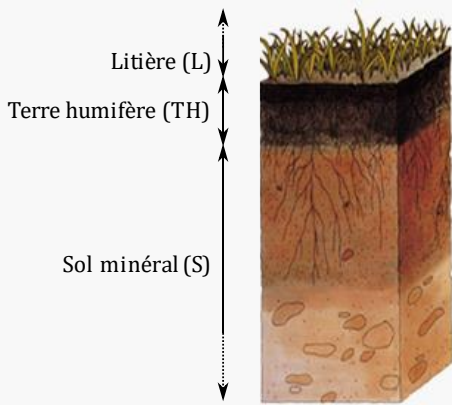
ANNEXE 3 - FICHE TERRAIN « PÉDOLOGIE »

FICHE N°3 - COMPARTIMENT « PÉDOLOGIE – SOLS »

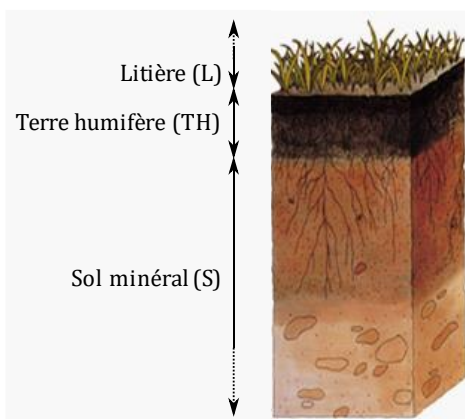
INFORMATIONS GÉNÉRALES		
DATE :	HEURE :	RÉDACTEUR(S) :

OBJECTIFS DE LA MESURE
<ul style="list-style-type: none">❑ RÉALISER DES SONDAGES À LA TARIÈRE (1 m à 1,5 m)❑ CARACTÉRISER L'ÉPAISSEUR DE LA TERRE HUMIFÈRE (Pour les AEX : Art. 9.3 et Art. 9.7 de l'arrêté AEX)❑ CARACTÉRISER LA DISPOSITION DES HORIZONS SUPERFICIELS (Pour les AEX : Art. 9.7 de l'arrêté AEX)

LOGIQUE ET LOCALISATION DES POINTS DE MESURE :	
<div><p>ZONE NON EXPLOITÉE (HORS AEX)</p><p>PÉRIMÈTRE EXPLOITÉ (DANS L'AEX)</p></div> 	<p>4 sondages réalisés le long d'un transect en amont (zone non exploitée, calés sur la station « lit mineur » n°1).</p> <p>4 sondages réalisés le long d'un transect dans la partie amont de la zone exploitée (par exemple calés sur la station « lit mineur » n°2. Éviter la proximité des versants, les marges instables de la crique et les zones en</p> <p>4 à 6 sondages répartis de manière homogène sur le flat exploité (par exemple calés sur les stations « lit mineur » n°3 et n°4). Éviter la proximité des versants, les marges instables de la crique et les zones en eau.</p>
<p>Le positionnement des sondages est indicatif et doit être ajusté en fonction des contraintes du site. Il est important de rester dans le fond de vallée, d'éviter la proximité des versants, ainsi que les marges instables du lit et des zones en eau.</p>	

CARACTÉRISATION PÉDOLOGIQUE DE LA ZONE NON EXPLOITÉE :					
		Sondage n°1	Sondage n°2	Sondage n°3	Sondage n°4
X					
Y					
L (cm)					
TH (cm)					
Prof. totale sondage (cm)					
<p>L : Débris végétaux et matière organique de surface.</p> <p>TH : Horizon organique (matière organique morte).</p> <p>S : Horizon d'accumulation de la matière minérale et d'altération de la roche-mère.</p>					

CARACTÉRISATION PÉDOLOGIQUE SUR LA ZONE EXPLOITÉE :

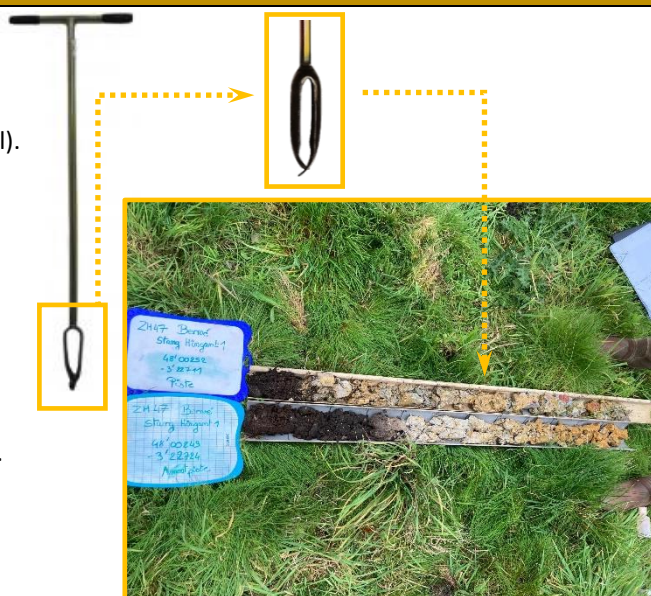


	Sondage n°5	Sondage n°6	Sondage n°7	Sondage n°8
X				
Y				
L (cm)				
TH (cm)				
Prof. totale Sondage (cm)				
Réf. photos				

	Sondage n°9	Sondage n°10	Sondage n°11	Sondage n°12	Sondage n°13	Sondage n°14
X						
Y						
L (cm)						
TH (cm)						
Prof. totale sondage (cm)						
Réf. photos						

RAPPEL DU MODE OPÉRATOIRE POUR RÉALISER UN SONDAGE :

- **Étape 1** : S'assurer du bon nettoyage de la tarière.
- **Étape 2** : Retirer la couche de végétation superficielle.
- **Étape 3** : Faire 2 ou 3 tours de tarière (selon la nature du sol).
- **Étape 4** : Retirer au couteau les matériaux excédentaires.
- **Étape 5** : Prélever l'intégralité de la première carotte et les disposer dans la gouttière PVC.
- **Étape 6** : Répéter les 2 ou 3 tours de tarière et vérifier la profondeur du trou.
- **Étape 7** : Retirer les matériaux excédentaires et disposer la seconde carotte dans la gouttière PVC (de telle sorte que la hauteur de la carotte corresponde à la profondeur du trou).
- **Étape 8** : Répéter l'opération jusqu'à l'atteinte de la profondeur cible (ou la présence d'un refus rocheux).
- **Étape 9** : Reboucher les trou(s) effectué(s).

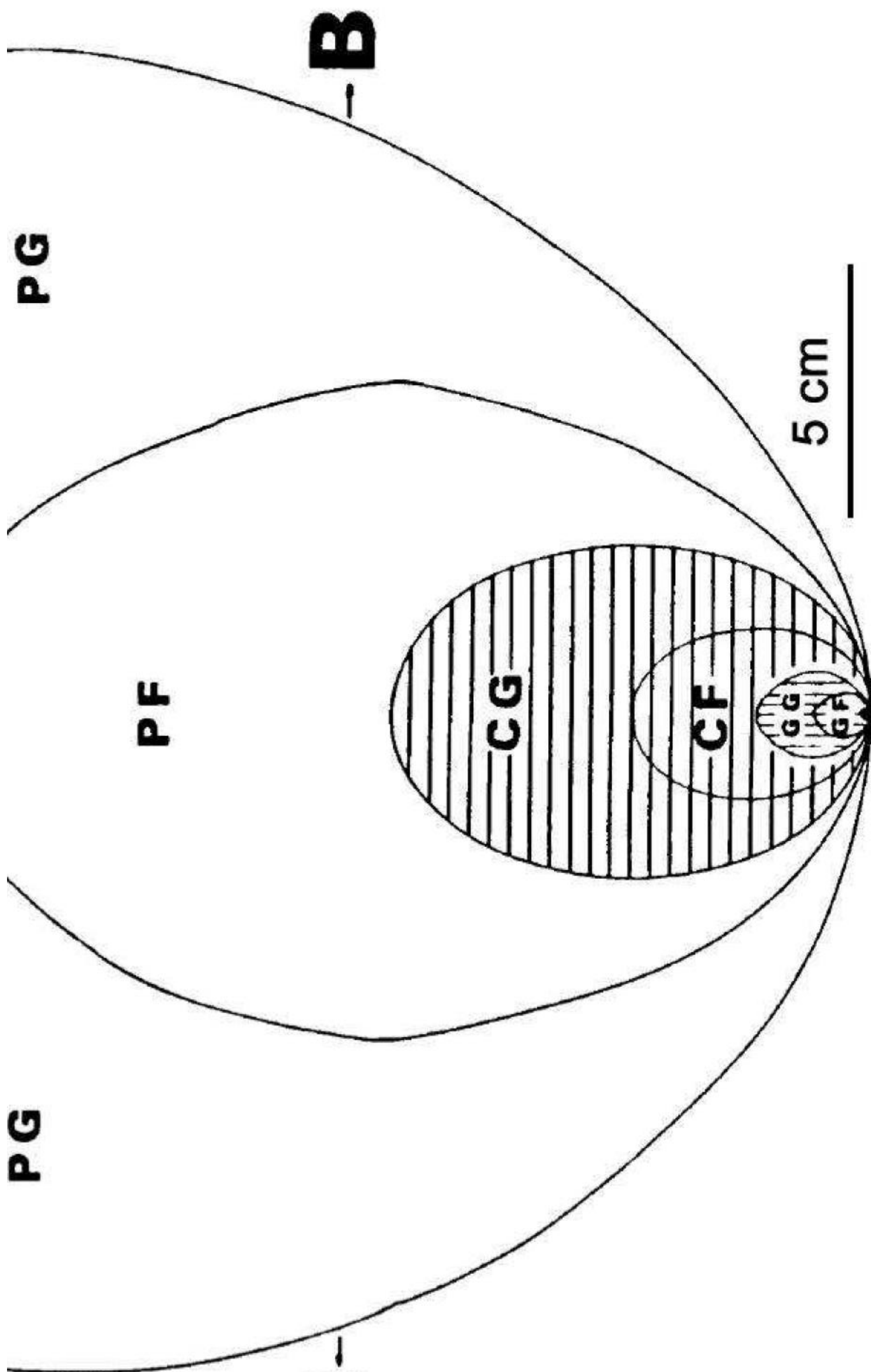


Vérifier régulièrement la profondeur de carottage + prendre photos, points GPS et données sur ardoise.

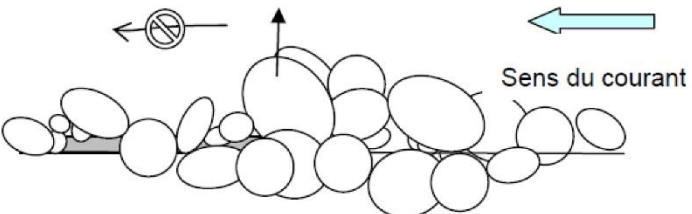
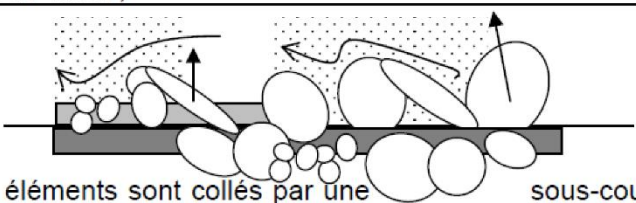
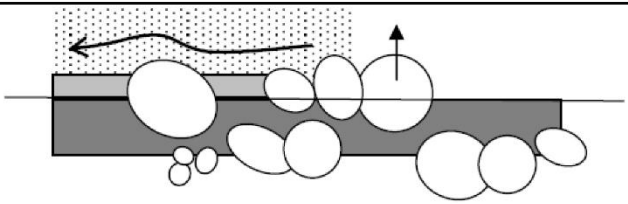
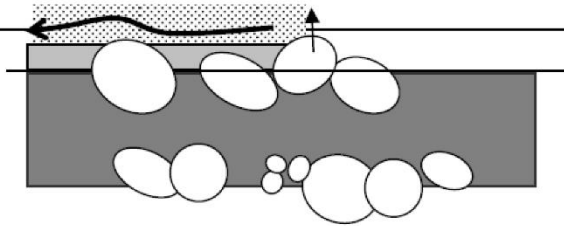
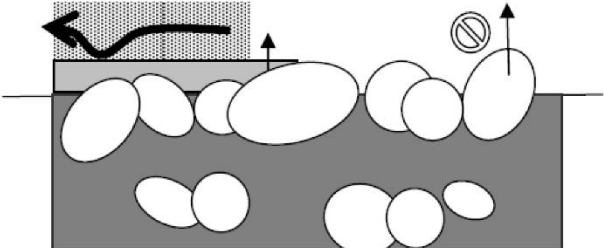
ÉLÉMENTS À ANNEXER À LA FICHE :

- Photos et localisation GPS des sondages

ANNEXE 4 - GABARIT GRANULOMÉTRIQUE
(D'APRÈS MALAVOI & SOUCHON, 2002)



ANNEXE 5 - ÉVALUATION DU COLMATAGE
(D'APRÈS ARCHAMBAUD *ET AL.*, 2005)

Code	Classes de Colmatage	Représentation du degré de colmatage (lorsque l'on soulève un élément du fond)
1	] 0 - 25%]	 <p>Sens du courant</p> <p>Les éléments sont posés. On peut observer soit un dépôt fin de limons peu colmatant (cas de gauche) soit aucun dépôt (cas de droite)</p>
2	] 25 - 50%]	 <p>Les éléments sont collés par une sous-couche de limon (avec ou sans limon en dépôt). Le nuage de limon qui se soulève est peu dense.</p>
3	] 50 - 75%]	 <p>Les éléments sont légèrement enchâssés et provoquent un nuage de limon assez épais lorsqu'ils se désolidarisent de la sous-couche.</p>
4	] 75 - 90%]	 <p>Les éléments sont très enchâssés et provoquent un nuage épais de limons (accentué ou non par un dépôt de limons)</p>
5	] 90-100%]	 <p>Les éléments sont recouverts de limons et provoquent un nuage très épais (cas de gauche) ou bien sont entièrement cimentés dans la sous-couche et impossibles à soulever (cas de droite)</p>

BIBLIOGRAPHIE

- **ALLIGAND G., HUBERT S., LEGENDRE T., MILLARD F. & MÜLLER A. (2018).** Évaluation environnementale - Guide d'aide à la définition des mesures ERC. Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable. MTES. 134 pages. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20Guide%20d%E2%80%99aide%20%C3%A0%20la%20d%C3%A9finition%20des%20mesures%20ERC.pdf>
- **ARCHAMBAUD G., GIORDANO L., DUMONT B. (2005).** Description du substrat minéral et du colmatage. Note technique. Cemagref Aix-en-Provence, UR Hydrobiologie.
- **BAUDOIN J.M., BOUTET-BERRY L., CAGNANT M., GOB F., KREUTZENBERGER K., LAMAND F., MALAVOI J.R., MARMONIER P., PENIL C., RIVIÈRE C., SADOT M., TAMISIER V., TUAL M. (2017).** Protocole de recueil de données hydromorphologiques à l'échelle de la station sur les cours d'eau prospectables à pied. Agence française pour la biodiversité. *Collection Guides et protocoles*. 56 pages.
- **DESCLOUX, S., DATRY, T., PHILIPPE, M., MARMONIER, P. (2010).** Comparison of Different Techniques to Assess Surface and Subsurface Streambed Colmation with Fine Sediments. *Int. Rev. Hydrobiol.*; 95, 520-540. doi:10.1002/iroh.201011250.
- **GAYRAUD S., HEROUIN E., PHILIPPE M. (2002).** Le colmatage minéral du lit des cours d'eau : revue bibliographique des mécanismes et des conséquences sur les habitats et les peuplements de macroinvertébrés. *Bulletin Français de Pêche Piscicole*, 365/366, 339-355.
- **GOMI T., SIDLE R.C., NOGUCHI S., NEGISHI J.N., NIK A.R., SASAKI S. (2006).** Sediment and wood accumulations in humid tropical headwater streams: Effects of logging and riparian buffers. *Forest Ecology and Management* ; Vol. 224, 1-2, pp. 66-175.
- **LE TOURNEAU F.-M. (2020).** Chercheurs d'or – L'orpaillage clandestin en Guyane française. CNRS Éditions. 421 p.
- **LOIRE R., KONDOLF G.M., MALAVOI J.R., MELUN G., PIEGAY H. (2021).** Lâchers d'eau morphogènes : guide de mise en œuvre. OFB. *Collection Guides et protocoles*. 102 pages. http://oai.afbiodiversite.fr/cindocoai/download/PUBLI/1351/1/Guide_LACHERS_bdf_pp.pdf 10432Ko
- **MALAVOI J.R. & SOUCHON Y. (2002).** Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 365/366 : 357-372.
- **MELUN G., LE BIHAN M. (2020).** Histoire et impacts environnementaux de l'orpaillage en Guyane : clefs de compréhension des tensions actuelles. OFB. *Collection Comprendre pour agir*. 100 pages. <http://oai.afbiodiversite.fr/cindocoai/download/PUBLI/1348/1/Orpaillage%203%20-%20Histoire%201%2007%2004%2021.pdf> 33170Ko
- **MELUN G., LE BIHAN M., DE BILLY V. (2021).** Guide de préconisations techniques pour l'exploitation alluvionnaire et la réhabilitation hydromorphologique des criques guyanaises. OFB, *Collection Guides et protocoles*, 176 p. <http://oai.afbiodiversite.fr/cindocoai/download/PUBLI/1363/1/guide%20technique%20opailage%2018%2001%2022%20-%20150dpi.pdf> 24314Ko
- **SDOM (2011).** Schéma départemental d'orientation minière de la Guyane. 75 pages. https://www.guyane.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/SDOM_Guyane.pdf
- **THUSY C. (2014).** Protocole de Caractérisation de la largeur des cours d'eau pour l'application du Schéma Départemental d'Orientation Minière de Guyane - Guide méthodologie du protocole Carla. DEAL de Guyane. 23 p. https://www.guyane.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/guide_methodo-protocole_carla.pdf

