

Observatoires transfrontaliers des changements globaux et de leur impact sur la biodiversité

Étude menée dans le cadre de l'action 3.4 du Projet Simple GEBIODIV (PITEM BIODIVALP) "*Gérer les réservoirs de biodiversité en articulant les modes de gestion des espaces protégés alpins*", dans le cadre du programme de coopération transfrontalière franco-italien
INTERREG-ALCOTRA 2014-2020

Ce projet bénéficie de financements européens dans le cadre de l'ALCOTRA 2014-2020.

ANNEXES

Protocoles sur les TRANSECTS

Janvier 2021

Sommaire

Protocole Suivi de la biodiversité animale – Grand Paradis 3

Protocole ORCHAMP – France..... 6

1. INTRODUCTION	6
2. MISE EN PLACE DES PLACETTES.....	10
3. FAUNE.....	14
4. FLORE.....	15
5. SOL.....	23
6. CLIMAT.....	33
7. PRATIQUES.....	36

Protocole Suivi de la biodiversité animale – Grand Paradis

Rédaction : Ramona Viterbi et Cristiana Cerrato

Traduction : Maria Daubrée

Au cours des deux années 2006-2007, le Parc National du Grand Paradis (PNGP) a mis en place un suivi à long terme, dans le but d'étudier les liens entre biodiversité animale, climat et utilisation du sol, sur différentes échelles spatiales. Ce projet, promu par le PNGP, s'est étendu à deux autres espaces protégés des Alpes occidentales, le Parc Orsiera-Rocciavère (PNOR) et le Parc Alpe Veglia-Devero (PNVD) ; il s'agit de la première tentative de développer un protocole pour le suivi à long terme (deux ans d'activités suivis par 4 ans de pause) de plusieurs groupes taxonomiques dans les espaces protégés alpins.

Les principaux objectifs du projet sont les suivants :

- analyser l'importance des paramètres microclimatiques et environnementaux dans la distribution des différents groupes faunistiques le long du gradient d'altitude ;
- identifier les types environnementaux et les taxons potentiellement vulnérables, à utiliser comme indicateurs des changements climatiques et environnementaux ;
- construire les bases du développement d'une série historique de données permettant d'évaluer le risque de perte de biodiversité, notamment grâce à des simulations et à l'application de scénarii de changement.

Au cours des deux années 2012-2013, les trois espaces protégés ont répété les opérations de suivi et trois autres parcs nationaux de l'arc des Alpes italien (Dolomiti Bellunesi - PNDB, Stelvio - CPNS, Val Grande - PNVG) ont adopté ce même protocole en 2013.

En 2018-2019, les espaces protégés ont tous refait les mêmes opérations de suivi en même temps.

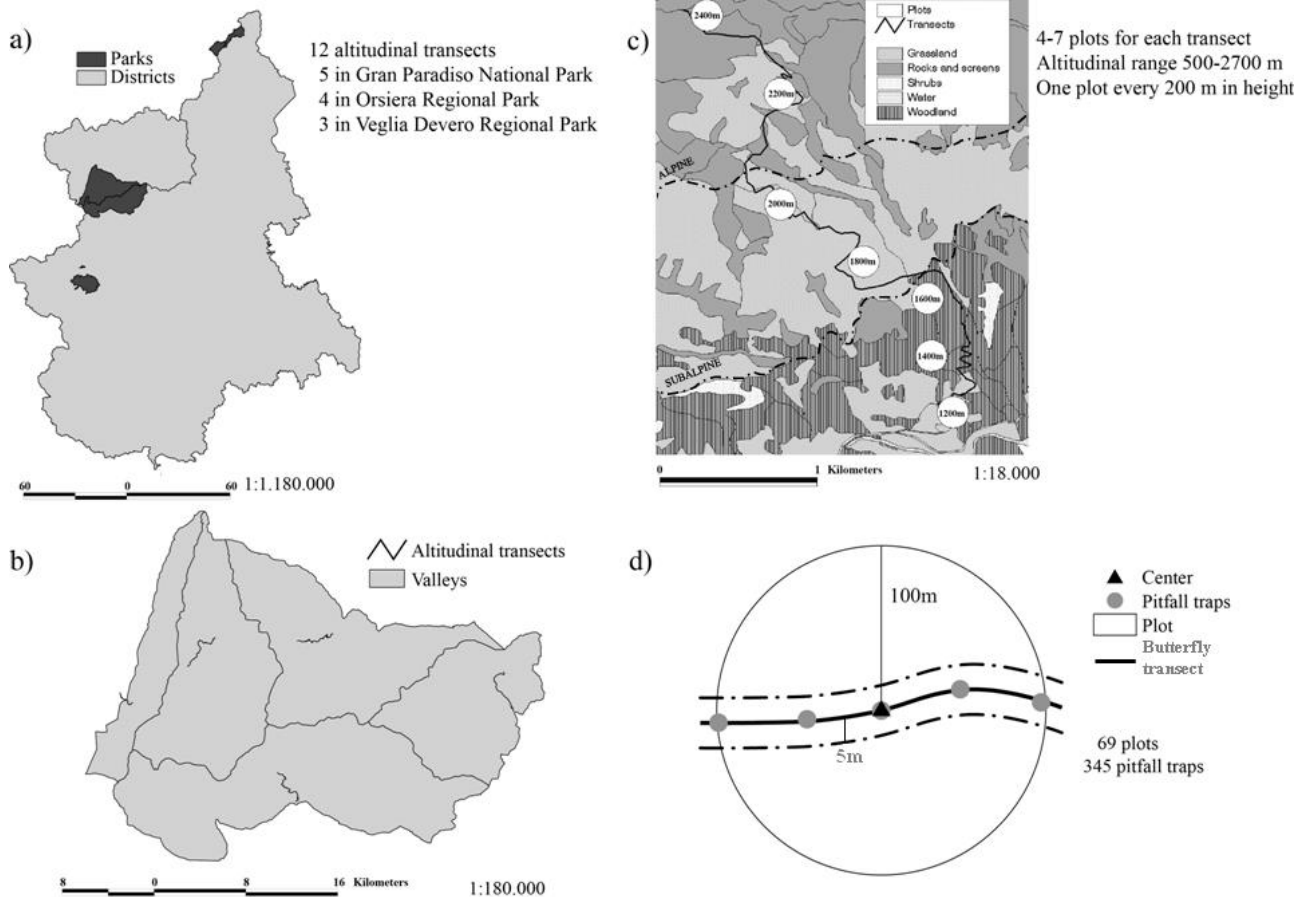
Il y a donc au total 6 espaces protégés (4 Parcs nationaux et 2 Parcs régionaux) qui utilisent des méthodes de suivi et d'archivage des données standardisées et comparables. C'est un premier essai de développer un protocole pour le suivi à long terme de plusieurs groupes taxonomiques dans les espaces protégés de l'arc des Alpes italiennes.

Les opérations de suivi sont réalisées au sein de stations d'échantillonnage fixes (placettes circulaires avec un rayon de 100 m), distribuées le long de transects altitudinaux (~ 500-2700 m), qui couvrent 3 étages de végétation (montagnard, subalpin et alpin) et de manière à concerner les principaux types environnementaux présents dans chaque zone d'étude (Fig. 1).

Les stations d'échantillonnage fixes identifiées le long de chaque transect d'altitude sont séparées par un dénivelé de 200 m : chaque transect couvre ainsi un gradient d'altitude compris entre 800 et 1400 m et comporte de 5 à 7 placettes indépendantes.

En l'espèce, au sein du PNGP, l'étude couvre une altitude qui va de la haute montagne à l'étage alpin (1200-2600 m). 5 transects altitudinaux ont été identifiés dans cette zone, un pour chaque vallée du Parc, choisis en fonction de leur facilité d'accès et de questions logistiques. Chaque transect est composé de 5-7 placettes, avec un total donc de 30 stations d'échantillonnage.

Fig. 1. Description du plan expérimental. Pour chacun des espaces protégés concernés (a), les données sont récoltées le long des transects altitudinaux (b). Chaque transect couvre une altitude de ~ 800-1400 m et 3 étages de végétation. Les stations d'échantillonnage sont installées tous les 200 m d'altitude (c). L'unité d'échantillonnage est une placette circulaire d'un rayon de 100 m, au sein de laquelle on récolte les données sur la faune, l'environnement et le climat (d).



Les stations ont été géoréférencées (suivant le système de coordonnées UTM) en marquant les coordonnées du point central au Gps et en le marquant avec de la peinture indélébile.

Les données sur la faune, l'environnement (topographie, couverture du sol) et microclimatiques (température), sont récoltées dans les stations d'échantillonnage.

Un enregistreur (Thermochron iButton, DS1922L, Maxim, Sunnyvale, CA, U.S.) est placé au centre de chaque placette pour mesurer la température de l'air toutes les heures pendant la période d'échantillonnage de la faune (mai-octobre). Les capteurs doivent être placés à une hauteur minimum de 1,5 m du sol et à l'ombre pour éviter les rayons directs du soleil.

La végétation (considérée comme paramètre essentiel pour la caractérisation de la faune) a été étudiée par des spécialistes du secteur et des analyses floristiques ont été effectuées à l'intérieur de chaque station d'échantillonnage. Cinq points ont été identifiés sur le diamètre de chaque placette respectivement à 0-50-100-150-200 mètres ; tous les points ont été délimités de manière visible sur le terrain et acquis par GPS. Chaque point constitue le centre d'une zone circulaire de 10 mètres de diamètre et correspond au lieu où un piège à goutte a été placé pour les macro-invertébrés. La liste floristique complète des espèces présentes a été établie pour chaque zone circulaire.

Différents groupes taxonomiques sont échantillonnés dans chaque station : papillons, orthoptères, oiseaux, macro-invertébrés actifs à la surface du sol (carabidés, staphylins, fourmis, araignées) choisis car ils sont considérés au niveau global comme de bons indicateurs de biodiversité. Les techniques de suivi appliquées

sont standardisées, économiques, simples à appliquer, de manière à permettre de répéter les opérations de suivi sur le long terme.

Ci-après une description des méthodologies adoptées.

Papillons. Méthode d'échantillonnage: transect linéaire, effectué le long de l'un des diamètres de la station d'échantillonnage, aussi rectiligne que possible, d'une longueur approximative de 200 m, à parcourir à vitesse constante. Tous les papillons vus dans un carré hypothétique de 5x5 m autour de l'opérateur en mouvement sont capturés avec un filet entomologique et identifiés. Les transects sont visités tous les mois, de juin à septembre, avec un total de 4 échantillonnages par station.

Orthoptères. Méthode d'échantillonnage : sur le même transect linéaire que les papillons. Toutes les espèces présentes sur une superficie donnée sont déterminées. La superficie utilisée est un cylindre en plastique, constitué par une plaque de polypropylène alvéolaire de 5 mm d'épaisseur, 50 cm de hauteur et 150 cm de circonférence. Le transect est parcouru à vitesse constante et on pose la base du cylindre perpendiculairement sur le terrain tous les 5 m environ. Tous les individus à l'intérieur du cylindre sont capturés et identifiés. L'opération est réitérée 30 fois par transect linéaire. Les transects sont visités 3 fois entre juillet et août.

Oiseaux. Méthode d'échantillonnage : point d'écoute à rayon fixe (dans les 100 m et au-delà), effectués du point central de la station d'échantillonnage pendant 20 minutes. Chaque station est visitée deux fois pendant la saison de reproduction, dans une période comprise entre fin avril et la mi-juillet.

Macro-invertébrés actifs sur la surface du sol. Méthode d'échantillonnage : piège à goutte, 5 par station d'échantillonnage. Les pièges sont installés le long d'un des diamètres de la station d'échantillonnage, à une distance de 50 m environ l'un de l'autre. Les pièges sont des récipients en plastique rigide au diamètre standard (7 cm), enterrés et recouverts de matériau comme du bois, des écorces et des pierres. On les active avec 10 cc de vinaigre de vin blanc et quelques gouttes de détergent, comme du tensioactif. Les échantillonnages ont été effectués à la fin du printemps/été (mai-octobre) : à partir de leur installation, les pièges sont vérifiés tous les 15 jours, avec donc un total de 10 échantillonnages environ par station. Après chaque contrôle, le matériel capturé est prélevé et le piège est remis en fonction. Le matériel doit être mis sous alcool à 70% dans les jours suivant, pour pouvoir être conservé plus longtemps.

Les exemplaires des groupes Carabidés, Staphylins, Formicidés et Aranéides sont subdivisés en ces quatre groupes et confiés à des taxonomistes experts pour l'identification des espèces.

Tableau 1. **Synthèse des groupes de faune échantillonnés de manière standard au sein du projet. Le tableau indique la technique de suivi adoptée, le nombre d'échantillonnages effectués et la période de réalisation des opérations.**

Taxon	Technique d'échantillonnage	Nbre échantillonnages	Période
Macro-invertébrés	Pièges à goutte (pitfall)	10 - 12	Mai - Octobre
Orthoptères	Transects linéaires	3	Juillet - Septembre
Lépidoptères	Transects linéaires	4	Juin - Septembre
Oiseaux	Points d'écoute	2	Avril - Juillet

Protocole ORCHAMP – France

Rédaction : Amélie Saillard (LECA), Anna Christian (LECA), Sophie Labonne (INRAe), Lenka Brousset (IMBE), Yoan Paillet (INRAe), Wilfried Thuiller (LECA)

Recueil des protocoles de terrain et analyses de laboratoire



Version allégée, décembre 2020

1. INTRODUCTION

1. L'observatoire ORCHAMP

Les territoires de montagnes, notamment les Alpes françaises, offrent la particularité d'être à la croisée des chemins entre des vallées urbanisées à forte croissance, une déprise agricole en moyenne montagne, une activité touristique importante, et des territoires préservés à haute altitude. Dans ce contexte, les changements globaux actuels et futurs (changement climatique et événements extrêmes, pollution atmosphérique, déprise agricole, urbanisation) façonnent et vont fortement impacter la dynamique de la biodiversité et des écosystèmes. Il y a donc un besoin fort d'avoir un outil qui permette de suivre, d'analyser et de modéliser ces interrelations afin de mieux adapter les politiques de gestion de la biodiversité et sa conservation. C'est pour répondre à ce besoin qu'ORCHAMP a vu le jour. Observer, analyser et modéliser comment la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes se structurent dans les Alpes françaises.

Lancé en 2016 dans les Alpes françaises, l'observatoire ORCHAMP regroupe des acteurs du monde académique, **des conservatoires (botaniques et d'espaces naturels), des associations et des espaces naturels protégés (parcs et réserves) dans un but commun : celui de mieux comprendre dans le temps et dans l'espace, l'évolution de la biodiversité et de son fonctionnement.** L'objectif d'ORCHAMP est double : **d'une part, fédérer les acteurs du territoire et la recherche académique autour de l'observation de la biodiversité, du fonctionnement des écosystèmes,** à long terme et au travers de multiples sites, et **d'autre part permettre de la recherche de haut niveau basée sur la compréhension des socio-écosystèmes, de leur fonctionnement, pour pouvoir prédire leur devenir face aux changements globaux.**

ORCHAMP est un suivi dynamique de la biodiversité et du fonctionnement des systèmes, afin de mieux comprendre la dynamique spatiale et temporelle. Il n'a donc pas pour vocation unique de monitorer sur un pas de temps long. La connaissance des dynamiques spatiales est importante à la fois pour les questions scientifiques pour comprendre comment les différents niveaux de biodiversité s'agencent, répondent à l'environnement, et influencent le fonctionnement, mais aussi de l'influence des pratiques et de la gestion sur ces dynamiques.

En 2020, l'observatoire ORCHAMP est mis en œuvre sur plus d'une vingtaine de versants (représentatifs de la diversité des conditions climatiques des Alpes françaises), où des suivis standardisés et répétés sont déployés depuis les fonds de vallées jusqu'au sommet des versants. L'ensemble des mesures réalisées *in situ*, combinées à des informations issues d'images satellites et à l'utilisation de modèles prédictifs, permettent de construire

une base de connaissances à l'échelle du versant, regroupant des informations sur l'état passé et présent des milieux suivis.

Une des spécificités d'ORCHAMP est de reposer à la fois sur des approches de suivis 'traditionnels' comme les relevés botaniques, et des approches de dernières générations comme la description des communautés par ADN environnemental.

La connaissance produite selon une approche multidisciplinaire est mise à disposition de l'ensemble de la communauté scientifique et des partenaires impliqués de près ou de loin dans la réponse de la biodiversité aux changements climatiques et d'utilisation des terres au travers du site internet de l'Observatoire : <https://orchamp.osug.fr>.

2. Périodicité de mise en œuvre

Pour atteindre les objectifs de couverture spatiale et temporelle de l'observatoire ORCHAMP, deux phases de déploiement doivent être distinguées. Depuis 2016, date de lancement d'ORCHAMP, une première phase de sélection de sites, d'installations de placettes et de mesure de l'état initial a permis la mise en place de 5 à 8 gradients par an dans les premières années. Cette phase de sélection des sites n'est pas terminée, mais le nombre d'installations se réduit au fil des ans afin de permettre la mise en œuvre de la phase de revisite des sites, depuis 2020.

Le ré-échantillonnage de chacun des sites est déterminé à l'aide d'un outil statistique permettant un échantillonnage rotatif : chaque année, les sites à revisiter sont sélectionnés par un tirage au sort conditionné pour éviter que certains gradients ne soient jamais sélectionnés et que d'autres le soient trop souvent. Finalement, les sites sont suivis en moyenne tous les 5 ans et certains gradients peuvent être suivis deux à trois années de suite ce qui permet de quantifier les variabilités interannuelles et les dynamiques rapides du système.

3. Éléments de vocabulaire

a. Les placettes permanentes

L'observatoire ORCHAMP repose sur un maillage d'observations et d'échantillonnages réalisés à l'échelle des Alpes françaises autour de sites d'intérêt sur des critères climatiques, écologiques et d'usages. En fonction des questions scientifiques adressées, les suivis peuvent se faire à différentes échelles, allant du territoire à la placette permanente en passant par le suivi d'un versant.

Pour chaque site, correspondant à une partie d'un bassin versant dont l'orientation est homogène et le profil régulier ; un **gradient** (env. 1000 m de dénivelé) est défini avec les acteurs locaux. Chaque gradient est constitué de **paliers**, échelonnés tous les 200 mètres de dénivelé (de manière exceptionnelle, un palier



intermédiaire peut être intercalé tous les 100 m). Sur chaque palier, une **placette permanente** de 900 m² est mise en place le long de la courbe de niveau à l'aide d'un système de marquage permanent. Les placettes permanentes sont délimitées par des plaquettes PVC, ainsi que deux bornes de géomètres. Les coordonnées GPS de ces deux dernières sont enregistrées et permettent la géolocalisation des placettes permanentes.

À l'intérieur de chaque placette permanente, plusieurs sous-unités (**sous-placettes**) sont matérialisées :

- La sous-placette Flore (90 m²) est disposée au centre de la placette étendue ;
- La sous-placette sol (120 m²) est disposée quelques mètres au-dessous.

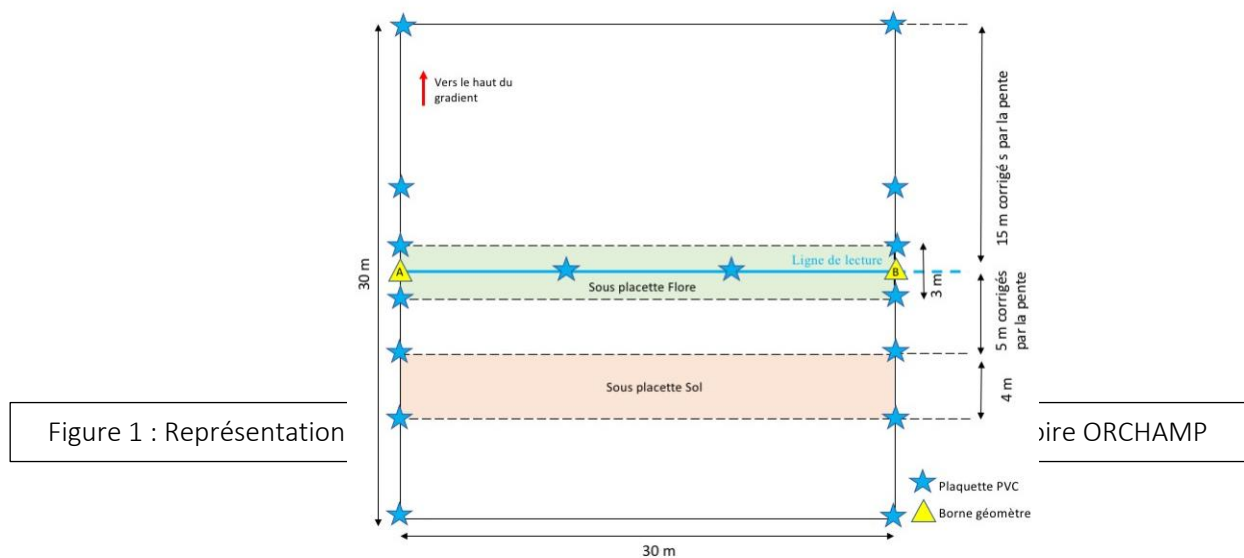


Figure 1 : Représentation

Observatoire ORCHAMP

Figure 2 : Représentation et localisation des sous-placettes au sein d'une placette permanente de l'observatoire ORCHAMP

b. Un observatoire à géométrie variable

L'ensemble des données mesurées pour l'observatoire ORCHAMP peuvent être regroupées selon plusieurs catégories. La fréquence d'acquisition ; ainsi que les modalités d'archivage des données qui dépend de chacun des protocoles.

Les **données standardisées** : Sont des données récoltées en suivant des protocoles spécifiques à ORCHAMP. Les protocoles peuvent être spécialement développés pour l'observatoire ou simplement adaptés aux contraintes de l'observatoire.

- o **Données standardisées obligatoires** : Correspondent à un socle de base issu de 5 protocoles à mettre en œuvre *a minima* sur chacun des sites pour permettre leurs intégrations à l'observatoire. Ce jeu de données correspond au niveau d'implication minimal requis par site ; l'ensemble de ces données doivent être intégrées à la base de données de l'observatoire.
- o **Données standardisées facultatives** : Ces données sont issues de protocoles standardisés mis en œuvre de façon non systématique, en fonction des questionnements scientifiques et des attentes des partenaires locaux. Néanmoins, elles doivent tout de même suivre les mêmes protocoles standardisés et doivent être mises à disposition de la communauté au travers de la base de données.

Les données complémentaires : Les protocoles de récolte des données auxiliaires ne sont pas systématiquement décrits dans ce protocole, d'autant qu'ils peuvent être encore en phase de test. Ces données récoltées le long du gradient sont à la charge des partenaires, elles peuvent être intégrées de façon progressive, mais pas systématique aux données dans la BDD commune. Néanmoins, un recensement annuel de ces études sera réalisé afin de faciliter la mobilisation ultérieure de ces données.

En plus du statut (obligatoire ou facultatif) variant d'un protocole à l'autre, les données mesurées peuvent être regroupées selon leur fréquence d'acquisition. Certains protocoles comme le suivi des placettes doivent être réalisés de façon **annuelle** : tous les ans, une équipe ou un responsable doit réaliser une acquisition de données au niveau de la placette.

D'autres protocoles ne sont mis en place qu'au moment des **revisites**, c'est le cas notamment des protocoles de botanique. Ces mesures de données sont réalisées sur une placette lorsque le gradient est tiré au sort pour être revisité.

4. Ajouts de nouveaux protocoles

L'observatoire n'est pas figé, aux vues de leur pertinence de nouveaux protocoles peuvent être ajoutés. Néanmoins, l'ajout de nouveaux protocoles nécessite de s'assurer qu'aucune perturbation impactant un échantillonnage existant ne sera générée.



2. MISE EN PLACE DES PLACETTES

Au niveau de chaque gradient de l'observatoire ORCHAMP, des placettes permanentes de 900m² sont mises en place, espacées de 200 m de dénivelé les unes des autres.

La mise en place d'un nouveau site nécessite l'implication d'un partenaire local (gestionnaire de territoire, collectivité, association ...). Par sa connaissance des problématiques locales, le gestionnaire du site oriente le choix des zones à échantillonner et facilite le contact avec les usagers; en échange, il bénéficie des données récoltées par l'ensemble des acteurs et participe, s'il le souhaite, aux groupes de travail de l'observatoire et à l'analyse des données. Il s'engage à réaliser une visite annuelle de l'ensemble des placettes et prendre en charge les tâches administratives liées à la gestion des autorisations.

Pour chaque gradient mis en place, un fichier regroupant l'ensemble des coordonnées GPS, ainsi qu'un descriptif de site est mis en ligne sur le site web de l'observatoire : <https://orchamp.osug.fr/home>. Ce descriptif comprend une partie générale concernant les accès, les dangers majeurs du site et il regroupe des informations sur les placettes ; photos, points remarquables, coordonnées GPS, mesures d'azimute, de pente, ainsi que la liste des marquages effectivement mise en place sur le terrain.

Protocole 1.1

Choix du site et de la localisation des placettes permanentes

Le protocole ci-dessous liste les différentes contraintes à prendre en compte pour choisir au mieux un versant et ensuite y installer les placettes permanentes. Une fois le versant sélectionné, les placettes permanentes sont réparties tous les 200 mètres de dénivelé le long du gradient d'altitude dans des écosystèmes « ordinaires » représentatifs du site.

Descriptif du protocole :

Critère de sélection

Les gradients définis avec les partenaires locaux sont validés par le conseil scientifique d'ORCHAMP, au regard de critères de représentativité de l'ensemble des conditions climatiques et édaphiques des Alpes ainsi que les contraintes financières et techniques de l'observatoire.

La liste suivante reprend l'ensemble des paramètres à prendre en compte lors du choix de la localisation du gradient, sachant que des compromis sont souvent nécessaires

Morphologie

- Dénivelé \geq à 800m
- Orientation similaire pour l'ensemble des placettes
- Roche mère homogène

- Naturalité respectée : les zones exploitées et gérées sont incluses à l'observatoire, cependant les zones trop perturbées et anthropisées sont à proscrire
- Accessibilité de l'ensemble du gradient

Contexte local

- Changements à moyen terme : les sites pour lesquels des aménagements significatifs (*coupe à blanc, extension de stations de ski...*) sont prévus à moyen terme seront évités.
- Pâturage : les zones pâturées sont incluses dans l'observatoire et peuvent nécessiter la mise en place d'exclos temporaires avant le passage des botanistes, lors des années d'échantillonnage.
- Protection réglementaire : les zones protégées et non protégées peuvent être indifféremment incluses à l'observatoire

Localisation des placettes permanentes

Une présélection des sites est réalisée à l'automne afin de réaliser les demandes d'autorisations auprès des propriétaires et exploitants. Lors de la mise en place des marquages, la localisation exacte des placettes permanentes peut-être ajustée aux vues des contraintes locales.

Localement, les principaux critères de sélection sont :

- Pas d'écosystèmes 'rares' pour obtenir un gradient représentatif du lieu. Par exemple, on évitera de choisir une placette en zone humide si le reste du gradient ne l'est pas.
- Pas de passage de cours d'eau dans la placette
- Le moins possible d'irrégularités au niveau de la **microtopographie du site**
- **Homogénéité** du milieu sur l'ensemble de la placette et éviter les effets de lisières
- **S'éloigner** au maximum **des sentiers**

Cadre

L'observatoire ORCHAMP s'inscrit dans le cadre juridique national. Les demandes d'autorisation incombent au gestionnaire du site, une copie des autorisations sera retransmise pour archivage à orchamp@univ-grenoble-alpes.fr. L'ensemble des demandes sont effectuées avant l'installation des marquages permanents sur le terrain. La liste des autorisations à collecter est la suivante :

- Demande d'autorisation pour la mise en place de marquages permanents et l'échantillonnage auprès des propriétaires du site.
- Information et/ou demande d'autorisation de réaliser les échantillonnages auprès des exploitants : ONF, agriculteurs, éleveurs, gestionnaires des stations de ski ...
- Demandes d'autorisation auprès des services de l'état pour les placettes situées dans les espaces protégés : l'ensemble des demandes relatives à l'échantillonnage dans une zone protégée doivent être anticipées afin de fournir aux équipes de terrain l'ensemble des documents relatifs à ces autorisations.
- D'autres autorisations peuvent être nécessaires pour l'accès à certaines pistes.

Ces demandes sont réalisées au préalable de la mise en place de l'étude.

Protocole 1.2

Installation des placettes permanentes

Une fois les placettes localisées, il faut installer les marquages permanents sur site. Le protocole ci-dessous décrit la méthode d'installation des placettes et de mise en place des marquages permanents qui servent à délimiter la placette pour qu'elle reste inchangée au cours du temps.

Pour les différentes mesures et distances, veiller à prendre en compte les corrections de pente.

Lors de l'installation de la placette, prévoir également l'installation du capteur de température.

<p><u>Matériel</u> : (pour une placette)</p> <p>2 tiges et bornes de géomètres</p> <p>Madriers (enfoncement des bornes)</p> <p>16 plaquettes de PVC</p> <p>16 fers à béton</p> <p>16 clous de charpentier</p> <p>Massettes</p> <p>Inclinomètre et boussole</p> <p>Décamètre</p> <p>GPS</p> <p>Piquets de balisage (temporaires)</p>

<p><u>Adaptations possibles</u> : Pour les placettes supra-forestières, il est possible de ne pas installer les marquages à 15 mètres dans le cas où aucun arbre n'est présent sur la placette.</p>

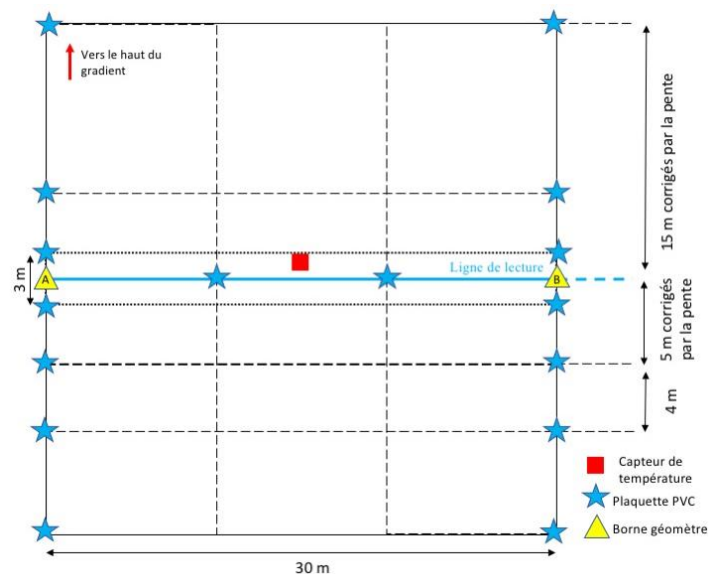


Figure 3 : Représentation schématique de l'organisation d'une placette permanente de l'observatoire ORCHAMP

Descriptif du protocole

Positionnement de la ligne de lecture de 30m

- Fixer les 2 bornes de géomètres à l'aide des outils d'enfoncement et de verrouillage
La borne A est à gauche si on regarde vers le haut
- Noter l'azimut de la borne A vers la borne B
- Entre les deux bornes, placer 2 plaquettes PVC : respectivement à 10m et 20m.

Mise en place des marquages secondaires (PVC)

- Mesurer la pente en plusieurs points de la placette, à l'aide de l'inclinomètre et déterminer la pente moyenne de la placette (faire 2 ou 3 mesures)
- Noter la pente et les corrections de pente liées à l'inclinaison de la placette (cf. abaques de correction)

Installation du capteur de température

cf.- protocole d'installation et changement des capteurs de température

Coordonnées GPS

Pour chaque placette permanente, 3 points GPS doivent être enregistrés : les deux bornes de géomètre et le capteur de température.

Anticiper la rédaction du descriptif de la placette

- Prendre des photos générales de l'ensemble de la placette et autour des bornes et du capteur de température
- Renseigner les fiches de terrain
- Localiser les points caractéristiques : rocher, arbre unique...
- Préciser s'il a été impossible de planter certaines plaquettes PVC.
- Etc.

Pente %	Degré sexagesimal ° (/360°)	Degré centésimal gon (/400°)	Facteur fp	Distances horizontales		
				5	15	30
15	9	10	1,0112	5,1	15,2	30,3
20	11	12,22	1,0198	5,1	15,3	30,6
25	14	15,55	1,0308	5,2	15,5	30,9
30	17	18,88	1,044	5,2	15,7	31,3
35	19	21,11	1,0595	5,3	15,9	31,8
40	22	24,44	1,077	5,4	16,2	32,3
45	24	26,66	1,0966	5,5	16,4	32,9
50	27	30	1,118	5,6	16,8	33,5
60	31	34,44	1,1662	5,8	17,5	35
70	35	38,88	1,2207	6,1	18,3	36,6
80	39	43,33	1,2806	6,4	19,2	38,4
90	42	46,66	1,3454	6,7	20,2	40,4
100	45	50	1,4142	7,1	21,2	42,4
110	48	53,33	1,4866	7,4	22,3	44,6
120	50	55,55	1,562	7,8	23,4	46,9
130	52	57,77	1,6401	8,2	24,6	49,2
140	54	60	1,7205	8,6	25,8	51,6
150	56	62,22	1,8028	9	27	54,1

Figure 4 : Abaques de correction de pente

Protocole 1.3

Création d'un descriptif des placettes permanentes

Suite à toute installation d'un nouveau gradient, un fichier regroupant le descriptif de toutes les placettes du gradient doit être créé. Ce fichier est ensuite publié sur le site internet de l'observatoire ORCHAMP : <https://orchamp.osug.fr/sites>

Le protocole ci-dessous détaille toutes les données qui doivent nécessairement être renseignées sur le descriptif de chaque gradient.

Descriptif du protocole :

Page de présentation du gradient

- Détailler la voie d'accès principale au gradient
- Indiquer tout accès difficile à certaines placettes ou autres remarques importantes lors du déplacement sur le gradient
- Joindre une carte topographique de la zone avec la position des placettes matérialisée dessus
Ne pas hésiter à pointer ou mettre en évidence toute autre information importante pour se déplacer d'une placette à l'autre, comme les sentiers à emprunter dans le cas où le chemin n'est pas évident.

Descriptif de chaque placette

Pour chacune des placettes permanentes :

- Créer un tableau récapitulant les informations de la placette :

Altitude (m)	Pente (%)	Azimet A → B (sexagésimal)	Azimet A → B (centésimal)	Distance 5m (m)	Distance 15m (m)	Borne A	Borne B	Température
--------------	-----------	-------------------------------	------------------------------	--------------------	---------------------	---------	---------	-------------

- Écrire un bref descriptif du chemin à suivre pour se rendre sur la placette
- Ajouter des photos annotées pour indiquer la position des différentes bornes ainsi que du capteur de température
- Ne pas hésiter à redessiner sur la photo la position de la ligne de lecture, des bornes et du capteur de température.



3. FAUNE

Deux types de protocoles de suivi de la faune sont mis en place dans l'observatoire ORCHAMP.

- Des suivis de biodiversité couvrant une grande diversité de taxons, réalisés au travers de l'analyse de fragments d'ADN issus d'échantillons de sols, prélevés sur les placettes permanentes de l'observatoire. Ces relevés et analyses sont présents dans la thématique Sol.
- Des protocoles spécifiques à certains taxons, facultatifs qui ne sont pas développés dans ce document

Protocole 2.1 - Suivi des gastéropodes terrestres

Les mollusques continentaux comprenant les gastéropodes (escargots), les limaces et les bivalves (moules d'eau douce), en plus d'avoir une dimension patrimoniale, sont également d'excellents bio-indicateurs. Les mollusques sont également une source de nourriture pour une partie de la faune terrestre. L'étude des peuplements et des assemblages malacologiques apporte une image de l'état des milieux terrestres, lacustres et fluviaux, permettant d'orienter la gestion de ces écosystèmes, de suivre l'impact des changements climatiques et anthropiques, mais aussi grâce à la paléomalacologie d'imager les climats et les milieux à des périodes très reculées.

Le protocole est mis en place de manière facultative à chaque revisite botanique des placettes permanentes, et comprend un inventaire qualitatif et un inventaire quantitatif de la malacofaune terrestre. L'inventaire des gastéropodes terrestres est réalisé au niveau de chacune des placettes permanentes des gradients d'altitude de l'observatoire Orchamp, dans la sous-placette gastéropodes.

L'inventaire quantitatif est réalisé sur un minimum de 6 quadrats de 30*30 cm disposés aléatoirement sur la sous-placette. L'inventaire qualitatif est réalisé sur l'intégralité de la sous-placette gastéropodes.

→ *Descriptif complet cf. protocole long*

Protocole 2.2 - Suivi des arthropodes

Le but du suivi des arthropodes est d'avoir une idée générale de la diversité entomologique à l'échelle de la placette, de compléter les données de méta-barcode par des données récoltées sur des couches épigées et de construire un réseau de co-occurrence à l'échelle du gradient.

Ce suivi est réalisé de manière facultative sur toutes les placettes permanentes d'un gradient de l'observatoire ORCHAMP les années où celui-ci subit une revisite floristique. Les échantillonnages d'arthropodes sont réalisés grâce à trois méthodes mises en place sur chacune des placettes permanentes (aspirateur, filet faucheur et parapluie japonais). On se placera sur les placettes d'Orchamp, dans la partie basse de la placette, au niveau de la sous-placette sol pour être autour des placettes métabar. La détermination des espèces est réalisée par des méthodes ADN.

→ *Descriptif complet cf. protocole long*



4. FLORE

L'objectif principal de l'observatoire ORCHAMP est de suivre dans le temps l'effet des changements globaux sur les écosystèmes. Concernant la végétation, les protocoles mis en œuvre permettent de mesurer les changements de composition du cortège floristique et d'observer d'éventuelles remontées de certaines espèces au cours du temps. Les suivis de la flore sont réalisés grâce à deux grands types de protocoles, ceux concernant la forêt, et ceux concernant la végétation herbacée. Les protocoles en lien avec la forêt prennent en compte un recensement des arbres morts et vivants, permettent de suivre la régénération des forêts et également un suivi des dendromicrohabitats, dans l'objectif d'établir un lien avec les suivis de biodiversité (cf. *thématique Faune*).

Pour l'ensemble des protocoles décrits ci-dessous, la mise en place d'exclos n'est pas prévue au protocole, néanmoins il est possible d'installer des zones défends temporaires, jusqu'au passage des experts (botanistes ou autres) si la montée des troupeaux en alpage est prévue avant la réalisation des inventaires. Cette option est particulièrement valable pour les protocoles de suivi des phanérogames. **Dans tous les cas, ces exclos seront retirés suite à l'inventaire et ne sont jamais installés les années sans inventaires.**

Le protocole de la flore herbacée est une adaptation du protocole 'Downslope Plant Survey' du projet [GLORIA](#), et celui concernant la forêt est une adaptation du Protocole de Suivi Dendrométrique des Réserves Forestières (PSDRF).

Les protocoles concernant la flore herbacée et arborescente sont obligatoires, des protocoles facultatifs de suivi des bryophytes peuvent également être mis en place et ne sont pas décrits ici.

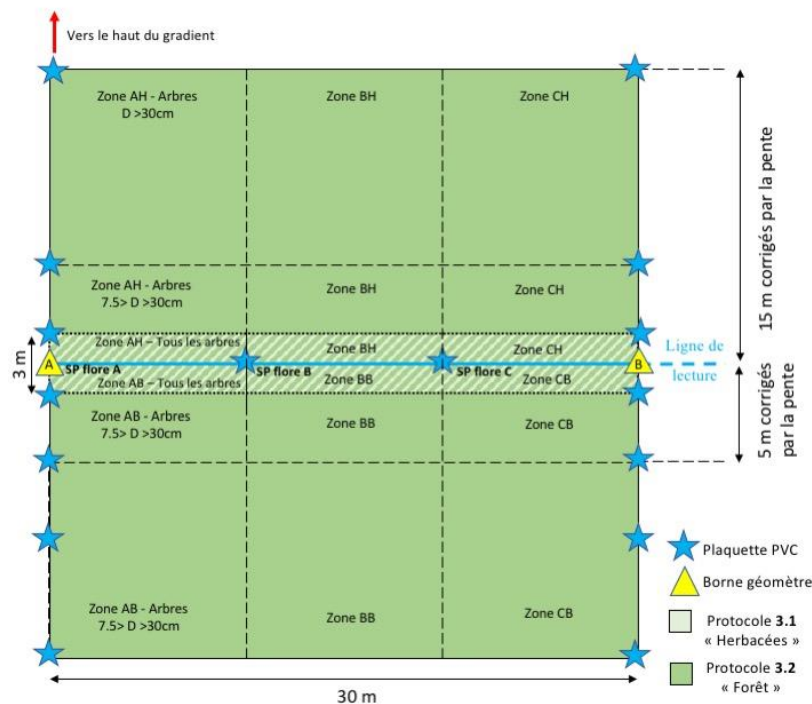


Figure 5 : Schéma d'une placette permanente de l'observatoire ORCHAMP et positionnement des sous-placettes pour les relevés floristiques des strates herbacées à arborescentes

Protocole 3.1

Suivi des phanérogames de la strate herbacée

Le suivi de la strate herbacée est réalisé en deux parties, un inventaire exhaustif (en 3 sous-parties) dans la parcelle flore de 30 m * 3 m un second inventaire par la méthode des points contacts (300 points contacts sont réalisés tous les 20 cm à 25cm de part et d'autre de la ligne de lecture.

Ces deux protocoles sont mis en œuvre afin de caractériser :

- **La dynamique des cortèges d'espèces végétales** (dont les espèces marginales) **le long d'un gradient d'altitude** par l'étude du pool local d'espèces (présence/absence) par tranche altitudinale. Cet objectif nécessite de connaître la liste exhaustive des espèces présentes par placette.
- **Les changements d'abondance locale de la végétation** par la méthode des points contacts au travers du suivi de **l'abondance relative locale** des espèces dominantes qui représentent la majorité de la biomasse et impactent fortement le fonctionnement global du système.

Ces protocoles ne permettent pas de suivre la **dynamique fine des espèces rares**. Ce protocole ainsi qu'une partie des critères de discrimination entre espèces ressemblantes à l'état végétatif sont recensés dans le livret du protocole Flore

Matériel :

Mètre modifié
Outils points-contact
2 ficelles de 30 m
Dictaphone

Le protocole 3.1 est mis en place sur la sous-placette Flore. Pour plus de précision, le pool local d'espèce sera déterminé pour chacune des 3 sous-placettes de 10 m x 3 m ; la zone centrale entre les deux bornes de

Adaptation en fonction des années : Lors d'une revisite, pour faciliter l'inventaire exhaustif, récupérer au préalable la liste des espèces inventoriées lors de la visite précédente sur la placette par demande par mail à orchamp@univ-grenoble-alpes.fr

géomètre.

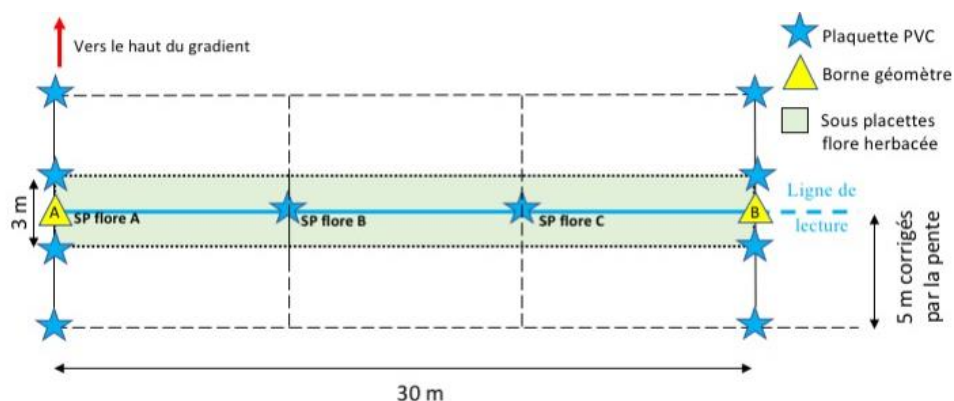


Figure 6 : Schéma des sous-placettes pour les relevés floristiques des strates herbacées

Descriptif du protocole :

Arrivée sur site :

- Après avoir localisé la placette, chercher les bornes de géomètre et les plaquettes PVC qui sont à 1,5 m de part et d'autre et tendre le mètre modifié entre les deux bornes, de A vers B. Le mètre doit passer par les deux marquages secondaires (*plaquettes PVC*) à 10 et 20 mètres sur la ligne de lecture.

Repérage avant inventaire :

Se placer au niveau des 3 sous-placettes de 10m*3m (A, B, C) (À = zone à gauche si vous regardez vers le sommet du gradient)

- Faire la liste d'un maximum d'espèces visibles sans entrer dans les sous-placettes Flore et faire les déterminations
- Repérer les espèces semblables et mettre en évidence les distinctions possibles entre elles
- Si besoin, noter les espèces indéterminées

Points contacts :

- Tous les 20 cm placer l'outil comme décrit sur le schéma technique (perpendiculaire au mètre) afin de réaliser 2 mesures à 50 cm de distance, une en haut, et une en bas.

Le premier contact est réalisé à 10 cm de la borne A, puis tous les 20 cm selon les marques du mètre modifié.

Utiliser la barre du « T » de l'outil comme visé pour rester à 25 cm de chaque côté

L'ensemble des espèces de hauteur inférieure à 1m30 qui touchent l'aiguille sont prises en compte

Le nombre de contacts de chacune des espèces avec l'ensemble de la circonférence de l'aiguille n'est pas comptabilisé

Ne pas compter les végétaux morts qui touchent l'aiguille

Pour cette partie, il n'y a pas de fiche de terrain, les données sont enregistrées sur un dictaphone : énoncer « Contact 1 haut ; Contact 1 bas ; ... »

Inventaire exhaustif :

L'inventaire exhaustif doit être réalisé sur chacune des 3 sous placettes de 10m * 3m (A, B et C). Il n'est pas nécessaire de réaliser des mesures d'abondance de chacune des espèces

- Se placer au niveau de la sous-placette A.
- Compléter la liste établie dans la première partie.
- Répéter l'inventaire pour les sous-placettes B puis C

Notation :

La numérotation des points contacts fonctionne comme suit : de 1 à 150 (vous référer au mètre 'modifié avec 1 point tous les 20 cm) avec un point haut (H) et un point bas (B). Pour un total de 300 points contacts par placette permanente.

Mise en commun des données :

Un outil de saisie des données permet de sauvegarder les mesures directement dans une base de données. Chaque expert est responsable de la saisie et de la vérification de ces données.

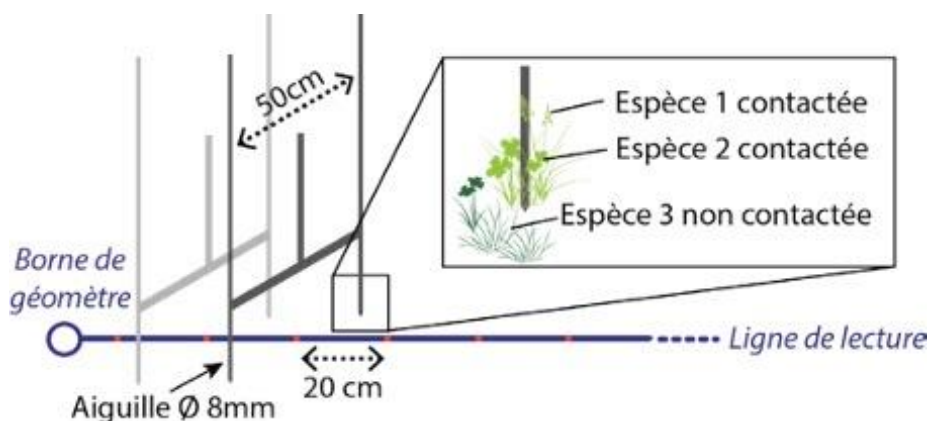


Figure 7: Schéma technique de mise en place de l'outil pour la réalisation des points contacts

Protocole 3.2

Suivi des phanérogames de la strate arbustive et arborescente

Ce protocole permet de suivre la composition en essences, la structure dendrométrique et la dynamique (recrutement, croissance, mortalité) des peuplements forestiers, dans le temps et dans l'espace.

Ce protocole est une adaptation du Protocole de Suivi Dendrométrique des Réserves Forestières (PSDRF). Les arbres sont étudiés à l'échelle de la placette permanente de 900 m², divisée selon 3 zones A, B et C. La placette, et chaque zone est ensuite divisée en 3 bandes emboîtées dans lesquelles les arbres sont recensés en fonction de leur diamètre. La position de ces bandes est indiquée par les plaquettes PVC installées à la périphérie de la placette permanente.

Matériel

GPS
Mètre ruban
Vertex
Stylotubes de peinture
Brosse métallique
Compas

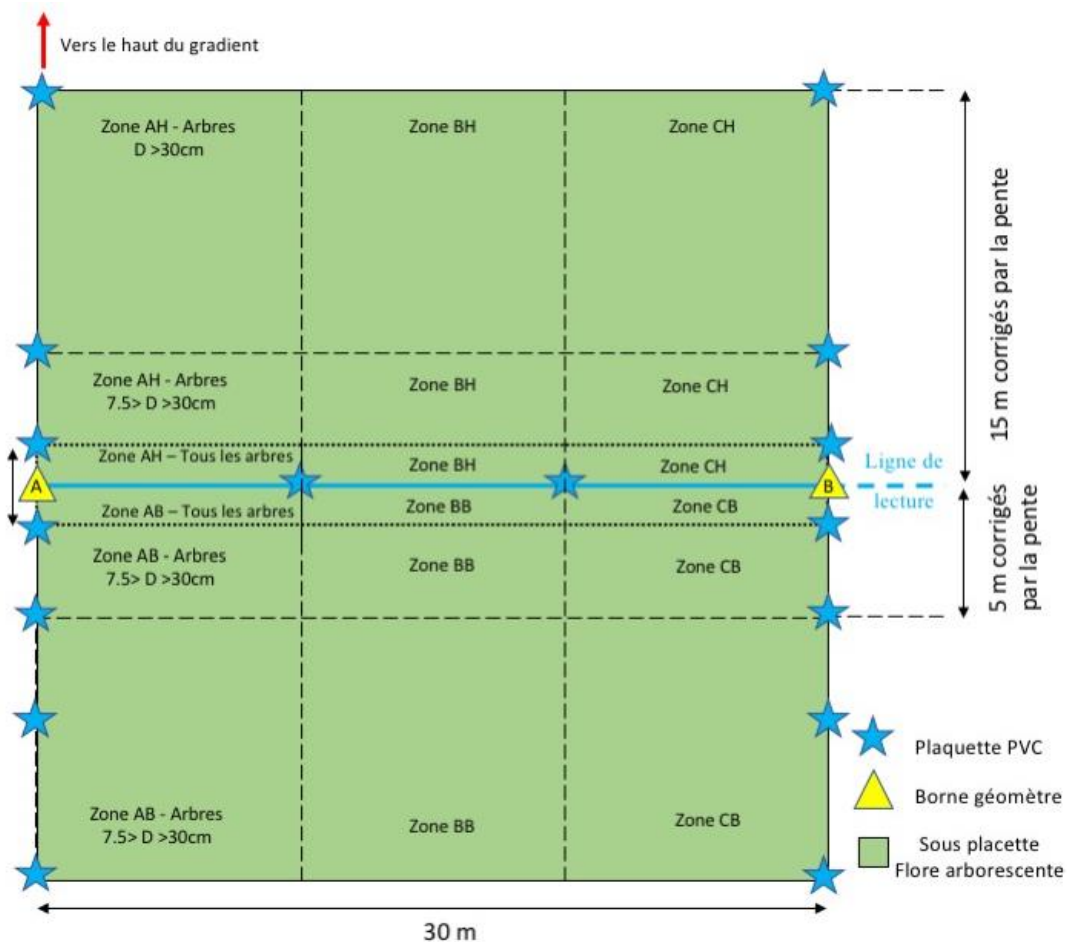


Figure 8 : Schéma des sous-placettes pour les relevés floristiques des strates arbustives et arborescentes

Descriptif du protocole :

Mesure des arbres vivants

- De part et d'autre de la ligne de lecture, prendre en compte :
 - o De 0 à 1,5 m : tous les arbres de plus de 1,30 m de hauteur
 - o De 1,5 m à 5 m corrigés par la pente : tous les arbres de DBH supérieur à 7,5 cm
 - o De 5 m à 15 m corrigés par la pente : tous les arbres de DBH supérieur à 30 cm
- Pour chaque arbre, relever :
 - o Numéro d'identification individuel de l'arbre
 - o Essence
 - o Diamètre à 1,30 m (DBH)

Mesure réalisée côté amont en cas de pente, en évitant les excroissances, au-dessus des contreforts de l'empanchement de l'arbre et sur l'écorce dégagée du lierre, des mousses ...

Mesure réalisée perpendiculairement au fût, à 1,30 m de hauteur, au ruban pour les arbres de plus de 2 cm de diamètre et au pied à coulisse pour les autres. Ne pas utiliser le compas forestier pour le diamètre des arbres vivants.

Un trait à la peinture indique l'emplacement de la mesure, à 1,30 m lorsque c'est possible.

- o Position dans la placette (*bande 1,5 m / 5 m / 15 m et le secteur (AH, AB, BH, ...)*)
C'est le centre du pied de l'arbre qui détermine sa position dans la placette

Cas particuliers :

Les cépées (feuillus) ou groupes de tige (résineux) : chaque brin et tige est mesuré et rattaché ensuite à une même cépée. On compte tous les brins qui dépendent de la souche dont le centre est dans la placette. Si les brins sont hors de la placette à 1,30 m, mais que leur pied est dans la placette, on les compte. Chaque brin ou tige a un numéro d'ordre différent dans la base de données.

Les tiges jumelles : si leur soudure est située à une hauteur supérieure à 1,30m, on les considère comme un seul arbre et une seule mesure est prise. Si elle est au-dessous, on mesure séparément chaque tige et chaque tige a un numéro d'ordre différent dans la base de données.

Les arbres penchés : le diamètre est pris perpendiculairement au fût, à une longueur de 1,30 m à partir de la souche, au niveau où l'angle entre le fût et le sol est le plus petit.

Les arbres couchés : si le pied de l'arbre est dans la sous-placette AB, son tronc couché à 1,30 m dans la sous-placette BB et son recouvrement dans la sous-placette CB : on note l'arbre dans la sous-placette où est le centre de la souche (AB) et on prend la longueur à 1,30 m à partir de la base de l'arbre (BB).

Mesure des arbres morts

Les bois morts sur pied et au sol sont numérotés sur des fiches indépendantes.

- De part et d'autre de la ligne de lecture, jusqu'à 5m corrigés par la pente on considère les arbres morts sur pied et les souches de diamètre supérieur à 7,5 cm. Entre 5 m et 15m corrigés par la pente on considère les arbres morts sur pied et les souches de diamètre supérieur à 30cm.
- Dans chaque sous-placette, relever :
 - o Arbre mort sur pied, mesurer le diamètre à 1,30 m (DBH)
 - o Souche, mesurer la hauteur à l'amont et à l'aval et le diamètre apparent
 - o Billons de diamètre supérieur à 30 cm de moins de 5 m de long, mesurer le diamètre médian et la longueur
 - o Billons de diamètre supérieur à 30 cm et de plus de 5 m de long, mesurer le diamètre aux extrémités et la longueur
- Pour chaque arbre mesuré, relever :
 - o Essence (si possible)
 - o Origine de la pièce : naturelle/exploitation (si possible)
 - o État de décomposition : récente/ vieille /très vieille

Récente : encore dur sur l'ensemble de la section. Vieille : encore dur sur au moins 50% de la section. Très vieille : pourri sur plus de 50% de la section.

L'appréciation dur/pourri se fait par enfoncement d'un couteau : s'il s'enfonce jusqu'à la garde, le bois est réputé pourri.

- Sur la ligne de lecture, mesurer le diamètre à l'intersection de la ligne des branches de diamètre \geq 7,5 cm et \leq 30 cm qui intersectent avec la ligne.

Mise en commun des données :

Un outil de saisie des données permet de sauvegarder les mesures directement dans une base de données. Chaque expert est responsable de la saisie et de la vérification de ces données.

Protocole 3.3

Saisie des données floristiques

Suite aux inventaires des phanérogames de la strate herbacée, par la méthode des points contacts et par inventaire exhaustif, la saisie des données récoltées est nécessaire. Chaque personne ayant réalisé un inventaire est responsable de la saisie de ces données.

Cette saisie est faite grâce à une interface de saisie qui permet de sauvegarder les mesures directement dans une base de données :

<https://orchamp.osug.fr/home>, onglet « Saisir des données »

Descriptif du protocole :

Demande d'accès

- Au retour du terrain, réaliser une demande de saisie à julien.renaud.leca@gmail.com et envoyer :
 - o Le code de la placette échantillonnée
 - o La date d'échantillonnage
 - o Le nom de la personne ayant réalisé l'échantillonnage
- Attendre que votre accès à la saisie soit disponible
- Procéder dans un premier temps à la saisie de l'inventaire exhaustif

Saisie de l'inventaire exhaustif

- Se rendre sur la page d'accueil du site : <https://orchamp.osug.fr/home>
- [Procéder à votre identification à l'aide de votre login et mot de passe](#)
- Cliquer sur l'onglet Saisir des données > Botanique > Placette Phyto > Saisir une placette
- Dans la barre de recherche, saisir les premières lettres du nom du site correspondant à l'inventaire exhaustif à enregistrer
- Sélectionner la placette permanente et la sous-zone (A, B ou C) correspondants à l'inventaire à saisir et cliquer sur modifier
- Une fois sur l'interface de saisie, cliquer sur « Ajouter une espèce »
 - o Chercher dans le menu déroulant l'espèce à ajouter à l'inventaire exhaustif.
Si l'espèce n'est pas dans le menu déroulant, cliquer sur « Rajouter une espèce à la liste déroulante »
 - o Enregistrer les modifications
- Une fois la ligne ajoutée, il est possible de la supprimer (« Supprimer la sélection ») ou de copier l'espèce ajoutée dans l'inventaire exhaustif des autres sous zones (« Copier vers le tiers... »). Cela évite d'avoir à la chercher à nouveau dans le menu déroulant.
- Pour faire un changement d'espèce en cas de redétermination :
 - o Ajouter l'espèce dans l'inventaire exhaustif
 - o Recopier tous les points concernant l'espèce à modifier
 - o Supprimer la première dans les contacts et dans l'inventaire exhaustif.
- Une fois terminé, cliquer sur l'onglet Saisir des données > Botanique > Placette Phyto > Saisir une placette pour compléter l'inventaire exhaustif des autres sous-zones de la placette
- Quand l'inventaire exhaustif des 3 sous-zones (A, B et C) a été réalisé, passer à la saisie de l'inventaire par la méthode des points contacts

Saisie de l'inventaire par points contacts

- Se rendre sur la page d'accueil du site : <https://orchamp.osug.fr/home>
- Cliquer sur l'onglet Saisir des données > Botanique > Ligne de lecture > Saisir une ligne
- Pour chacun des points contacts (*150 points hauts et 150 points bas*) sélectionner quelles espèces ont été relevées parmi celles présentes dans l'inventaire exhaustif
 - o Enregistrer votre saisie (*En bas à droite*)

Protocole 3.4

Saisie des données dendrométriques

Suite aux inventaires des phanérogames de la strate arbustive et arborescente, la saisie des données récoltées est nécessaire. Chaque personne ayant réalisé un inventaire est responsable de la saisie de ces données. Cette saisie est faite grâce à une interface de saisie qui permet de sauvegarder les mesures directement dans une base de données : <https://orchamp.osug.fr/home>, onglet « Saisir des données »

Descriptif du protocole :

Demande d'accès

- Au retour du terrain réaliser une demande de saisie à julien.renaud.leca@gmail.com et envoyer :
 - o Le code de la placette échantillonnée
 - o La date d'échantillonnage
 - o Le nom de la personne ayant réalisé l'échantillonnage
- Attendre que votre accès à la saisie soit disponible

Saisie de la placette

- Se rendre sur la page d'accueil du site : <https://orchamp.osug.fr/home>
- [Procéder à votre identification à l'aide de votre login et mot de passe](#)
- Cliquer sur l'onglet Saisir des données > Protocole forestier > Saisir une placette
- Dans la barre de recherche, saisir les premières lettres du nom du site correspondant à l'inventaire exhaustif à enregistrer
- Sélectionner la placette permanente correspondant à l'inventaire à saisir et cliquer sur modifier
- Une fois sur l'interface de saisie, cliquer sur « Ajouter une observation »
 - o Remplir tous les champs
 - o Enregistrer les modifications
- Une fois la ligne ajoutée il est possible de la supprimer « Supprimer la sélection » ou de la modifier « Éditer l'observation »
- Quitter l'interface de saisie une fois toutes les observations entrées

Protocole 3.5

Suivi des dendromicrohabitats

De grandes quantités de bois mort et une forte densité de vieux arbres porteurs de dendromicrohabitats sont des éléments caractéristiques des forêts non exploitées. La survie d'une part importante de la biodiversité est strictement ou principalement dépendante de tels éléments, et tout spécialement les espèces « saproxyliques », qui dépendent du bois mort.

Les dendromicrohabitats sont considérés comme des substrats et des structures importantes pour la biodiversité en forêt. Un suivi et une attention croissante au maintien d'arbres porteurs de dendromicrohabitats devraient permettre de maintenir et d'accroître la capacité d'accueil pour la biodiversité dans les forêts exploitées (Larrieu et *al.*, Tree related microhabitats in temperate and Mediterranean European forests (2018)).

Ces suivis sont réalisés de manière facultative sur les placettes permanentes de l'observatoire ORCHAMP, les années où des revisites botaniques ont lieu sur ces placettes.

Le suivi des dendromicrohabitats est réalisé sur la totalité de la surface de la placette permanente (arbres vivants et morts debout de plus de 7.5cm de Diamètre), dans les différentes sous-zones (A, B et C) hautes et basses par rapport à la ligne de lecture centrale située entre les deux bornes de géomètres.

Pour chaque dendromicrohabitats observé sur la placette, indiquer :

- Son code d'identification (cf. fiche d'identification des dendromicrohabitats)
- Sa position sur l'arbre
 - o Houppier : H
 - o Tronc : T
 - o Pied : P
- Le nombre de dendromicrohabitats de ce type, observés sur l'arbre (seulement pour cavités : CV, agglomérations : GF ; excroissances : GR ; champignons : FU et nids : EP2)

--- La fiche d'identification des dendromicrohabitats est disponible dans la version longue ---



5. SOL

Présentation :

Les sols sont suivis suivant deux protocoles, une partie appliquée sur des échantillons prélevés en fosse pédologique (réalisé une unique fois après création de la placette), une autre sur du sol superficiel (répété au cours du temps). Les protocoles de terrain présentés dans cette partie sont réalisés, au niveau des placettes permanentes mises en place le long des différents gradients d'altitude du réseau ORCHAMP.

La description initiale des profils de sols nécessite la réalisation d'une fosse pédologique en dehors de la placette permanente. Ce protocole comprend la description de chaque horizon en termes de densité (porosité...), et des propriétés physico-chimiques du sol (pH, composition ...) par prélèvement de chaque horizon pour des analyses ultérieures. Cette description est réalisée lors de la mise en œuvre d'un nouveau gradient, ou *a minima* dans les premières années suivant la mise en place d'un nouveau site.

Le protocole mis en place est proche du protocole RMQS (Réseau de Mesures de la Qualité des Sols de l'INRA) (Jolivet & al. 2006), et comprends certains allègements (en termes de quantité de matériel à conserver notamment).

La partie superficielle des sols est échantillonnée au niveau de la 'sous-placette sol' (120m²), représentée en orange sur la figure 3.1. Sur le terrain, 4 marquages secondaires (plaquettes PVC blanches) permettent de localiser les extrémités de cette zone de prélèvements de sol.

Une fois les prélèvements réalisés, une partie des analyses sont menées directement dans la foulée de l'échantillonnage, une seconde partie des échantillons peuvent être séchés et congelés pour des mesures ultérieures. Le processus décrit dans la figure 3.2 est celui qui est appliqué pour l'ensemble des échantillons, certaines des mesures décrites dans ce document sont basées sur des normes existantes d'autres sont des adaptations de protocoles existants.

Cette caractérisation des échantillons de surface permet de suivre l'évolution biogéochimique des sols ainsi que des communautés qui y vivent au fil du temps. En effet, ces mesures seront répétées au même titre que les autres suivis de biodiversité. Ils permettent de caractériser la biodiversité multitrophique présente dans les premiers horizons de sols, ils sont également utilisés pour décrire les processus biogéochimiques de cette partie superficielle des sols.

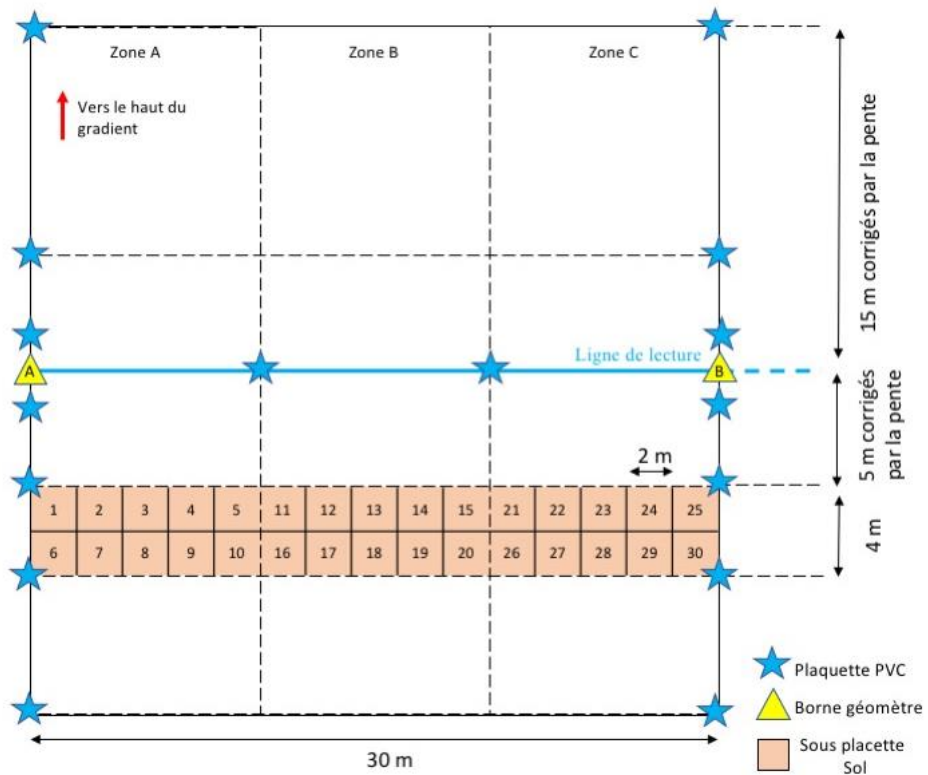


Figure 9 : Représentation schématique d'une placette permanente et de la localisation des sous-placettes sols

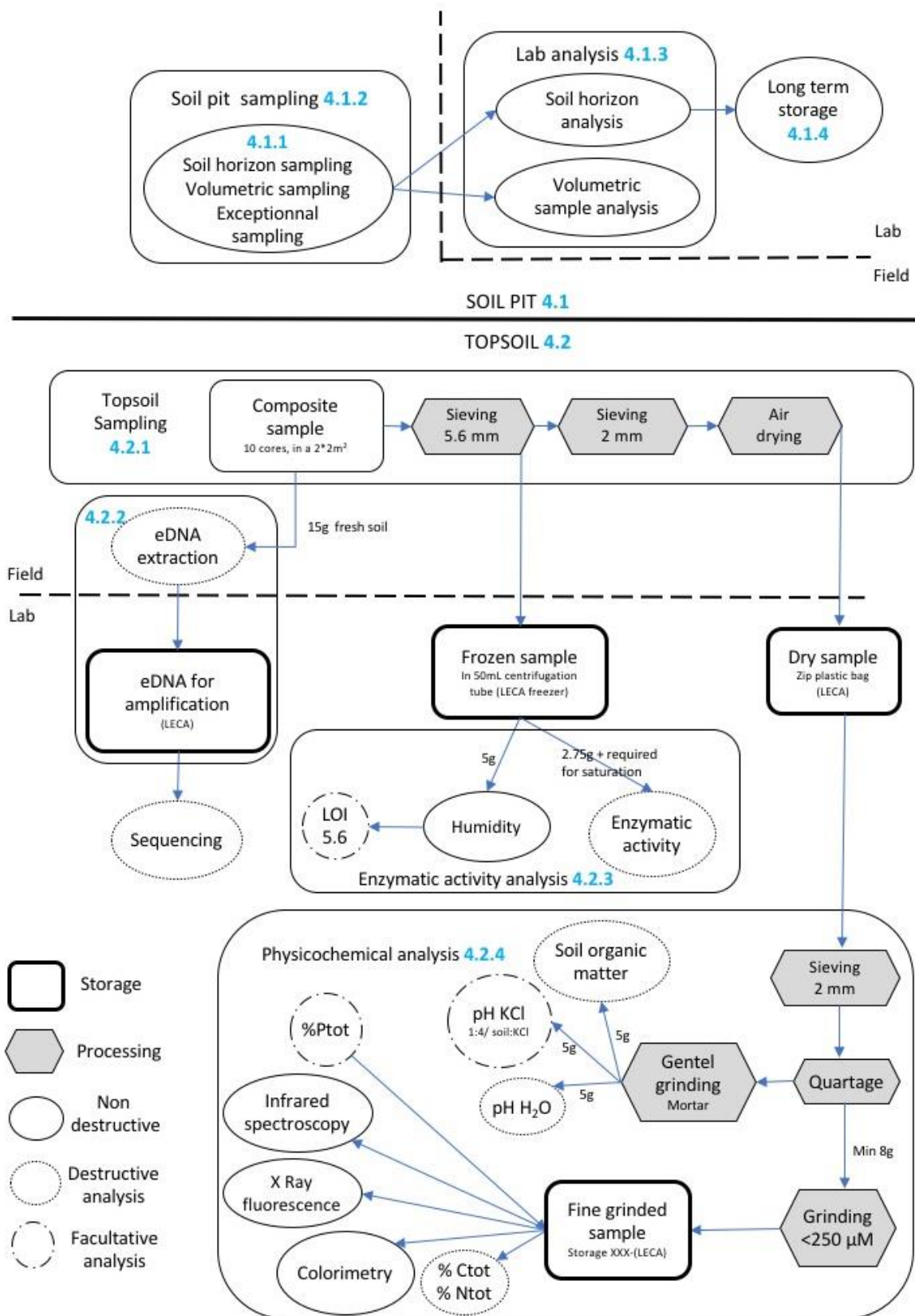


Figure 10 : Organigramme de l'étude des sols de l'observatoire ORCHAMP, du prélèvement d'échantillons jusqu'à leur analyse complète en laboratoire

Protocole 4.1.1

Échantillonnage au niveau de la fosse pédologique

La description initiale des profils de sols nécessite la réalisation d'une fosse pédologique en dehors de la placette permanente. Ce protocole comprend la description de chaque horizon en termes de densité (porosité...), et des propriétés physico-chimiques du sol (pH, composition ...) par prélèvement de chaque horizon pour des analyses ultérieures. Cette description est réalisée lors de la mise en œuvre d'un nouveau gradient, ou *a minima* dans les premières années suivant la mise en place d'un nouveau site.

Le protocole mis en place est proche du protocole RMQS (Réseau de Mesures de la Qualité des Sols de l'INRA) (Jolivet & al. 2006), et comprend certains allègements (en termes de quantité de matériel à conserver notamment).

La réalisation de la fosse pédologique s'effectue au niveau de chacune des placettes permanentes de l'observatoire ORCHAMP, mais il est important de réaliser ces prélèvements en dehors de la placette permanente de 30m*30m. Dans la mesure du possible, les prélèvements sont réalisés sous la placette permanente, en veillant à se trouver dans un milieu similaire tout en s'adaptant aux contraintes du terrain (accessibilité, etc.)

Si la placette est située dans un éboulis, la fosse pédologique sera effectuée préférentiellement dans une zone avec peu de blocs.

Descriptif du protocole :

Réalisation de la fosse pédologique

Creuser une fosse de dimension 120*90cm en suivant les étapes de l'application DescPédo

Prélèvements dans la fosse pédologique

Lors de l'échantillonnage, seuls les éléments les plus gros (>5cm) sont supprimés. Ils sont néanmoins pris en compte par estimation visuelle de la pierrosité au moment de la description du sol.

Chaque prélèvement doit être annoté de la manière qui suit :

le type d'échantillon « SOL »

le site avec un code à 3-4 lettres

la station avec l'altitude

l'année avec 4 chiffres

le numéro de profil « 1 »

Prendre soin de reboucher la fosse à la fin des analyses, et ce de façon systématique

Exemple : SOL-ANT1400-2016-1

Échantillonnage des horizons, humus H0 et horizons Hn jusqu'à la roche mère (RM)

Un prélèvement par horizon est à réaliser et à mettre dans un sachet Minigrip de 230x320mm (de 1 à n sachets). Ils sont ensuite annotés en reprenant le modèle décrit plus haut en rajoutant H0 si le prélèvement est humifère et H suivi du numéro d'horizon si le prélèvement est de type horizon. Pour le prélèvement de la roche mère, le code est remplacé par RM.

Exemple 1 : SOL-ANT1400-2016-1-H0

Exemple 2 : SOL-ANT1400-2016-1-H1

Exemple 3 : SOL-ANT1400-2016-1-RM

Matériel :

Bâches

Mire d'archéologue *échelle*

Matériel d'excavation

Matériel de nettoyage du profil

Marteau de géologue

Cylindre volumétrique de 100cm³

Cale en bois

Marteau

Contenants pour les feutres

Tablette avec API DescPédo fourni par EDYTEM

Clinomètre

Boussole

Nuancier de Munsell

Acide chlorhydrique

Échantillonnage volumétrique, densité apparente (DA)

Pour chaque horizon (humus et horizon), prévoir la réalisation de 3 échantillons volumétriques quand cela est possible, grâce à un cylindre volumétrique. Les prélèvements sont ensuite transférés dans des sachets Minigrip de 120x180mm (1 sachet par échantillons), et sont annotés selon le modèle décrit plus haut avec le code horizon en rajoutant DA.

Exemple 1 : SOL-ANT1400-2016-1-H1-DA1

Exemple 2 : SOL-ANT1400-2016-1-H1-DA2

Exemple 2 : SOL-ANT1400-2016-1-H2-DA

Échantillonnage exceptionnel (X)

Différents types d'échantillonnages peuvent ajoutés si nécessaire :

XM : minéral (charbon, bois...)

XA : anthropique (pièces, tessons...)

X : indéterminé

Sur la tablette, des commentaires peuvent être rajoutés pour ces prélèvements. Les sachets sont ensuite annotés en reprenant le modèle décrit plus haut avec le code horizon en rajoutant le code indiqué ci-dessus à la suite.

Exemple 1 : SOL-ANT1400-2016-1-H1-XA

Exemple 2 : SOL-ANT1400-2016-1-H1-X

Protocole 4.1.2

Utilisation de l'application DescPedo

À l'installation de chaque placette permanente, la description des profils de sol est faite, par la réalisation d'une fosse pédologique (cf. Protocole 4.1.1). Afin d'enregistrer les caractéristiques de cette fosse et de la placette à laquelle elle correspond, l'observatoire ORCHAMP utilise le logiciel DescPedo, disponible sur tablette – en français seulement.

Le logiciel DescPedo est développé par le laboratoire EDYTEM, et un protocole d'utilisation du logiciel est disponible en français sur demande.

Protocole 4.1.3

Analyse en laboratoire des échantillons de la fosse pédologique

À l'installation de chaque placette permanente, une fosse pédologique est réalisée pour étudier le profil du sol et en caractériser les différents horizons. Pour cela plusieurs échantillonnages sont réalisés sur le terrain (cf. *protocole 4.1.1*), et nécessitent ensuite d'être analysés. Le protocole ci-dessous explicite les analyses réalisées sur les différents types d'échantillons récoltés.

Descriptif du protocole :

Analyse des échantillons types « Humus » et « Horizon »

Les échantillons de type humus et de type horizon subissent le même traitement.

Sécher les échantillons à l'air libre

Tamiser les à 2 mm

Peser les refus de tamis puis éliminer les

Broyer à 20 µm une partie des échantillons

Les traitements suivants diffèrent selon si les échantillons sont broyés ou non.

Dans le cas d'un broyage :

Réaliser des analyses RockEval (*caractérisation géochimique du carbone*)

Réaliser une pyrolyse GCMS (*caractérisation moléculaire du carbone*)

Dans le cas d'un tamisage simple (*sans broyage*)

Réaliser des analyses pédologiques

pH

Capacité d'Échange Cationique CEC

Carbone

Azote

Granulométrie

Réaliser une spectrométrie infrarouge IR (*caractérisation géochimique du carbone*)

Réaliser une fluorescence à rayons X XRF (*quantification des éléments du sol*)

Analyse des échantillons « Densité apparente »

Sécher les échantillons dans une étuve à 105°C pendant 24 h

Peser les échantillons

Tamiser les échantillons 2mm.

Peser les deux « phase » obtenues, refus de tamis (EG) et échantillons < 2mm (TF)

*Cette étape permet d'obtenir la densité D_a des sols sachant le volume du cylindre et la pierrosité des sols : $D_a = TF / (100 - ((EG * 100) / 2,65))$.*

Ces échantillons ne sont pas conservés

Analyse des échantillons exceptionnels

Aucune analyse n'est actuellement effectuée sur les échantillons exceptionnels.

Protocole 4.2.1

Échantillonnage du sol superficiel

Le protocole de suivi des sols superficiels mesure de nombreux paramètres, il permet de réaliser des mesures de la physico-chimie du sol (pH, matière organique, % de carbone et d'azote...), mais également la diversité de la microfaune du sol via des analyses d'ADN environnemental. Finalement les mesures d'activité enzymatiques renseignent sur le fonctionnement des cycles biogéochimiques des sols. Les prélèvements de la partie superficielle des sols sont réalisés lors de chaque année d'échantillonnage du gradient.

Pour chaque quadra de 2 m * 2 m, des prélèvements sont réalisés à deux profondeurs différentes :

L'échantillon le plus superficiel est prélevé entre 0 et 10 cm

Le second échantillon est prélevé dessous, entre 0 et 20 cm

Ces profondeurs sont variables en fonction des sols, si une distinction est visible entre deux horizons, on séparera ces deux horizons.

Les prélèvements nécessaires aux analyses de la partie superficielle des sols sont réalisés après le pic de végétation (de préférence en septembre).

Le protocole 4.2.1 est mis en place sur la sous-placette sol, sur la placette permanente.

Afin d'obtenir des mesures représentatives de l'ensemble du site et de limiter le prélèvement sur une zone récemment échantillonnée, la 'sous-placette sol' est virtuellement séparée en 30 quadras de 2m * 2m à l'intérieur desquels sont réalisées les mesures.

Matériel :

Gants, masque
6 échardonnoirs
Chalumeau
Sacs à autoclaves
Cuillères en plastique jetables
Tube à centrifuger
Tamis

Lors de chaque campagne de terrain, 3 quadras de 4m² sont échantillonnés. La sélection de ces zones est réalisée à chaque campagne de terrain, par tirage au sort. Afin de s'adapter aux contraintes de terrain, une zone de secours est également définie en cas de difficultés techniques liées à la collecte de sol sur le terrain.

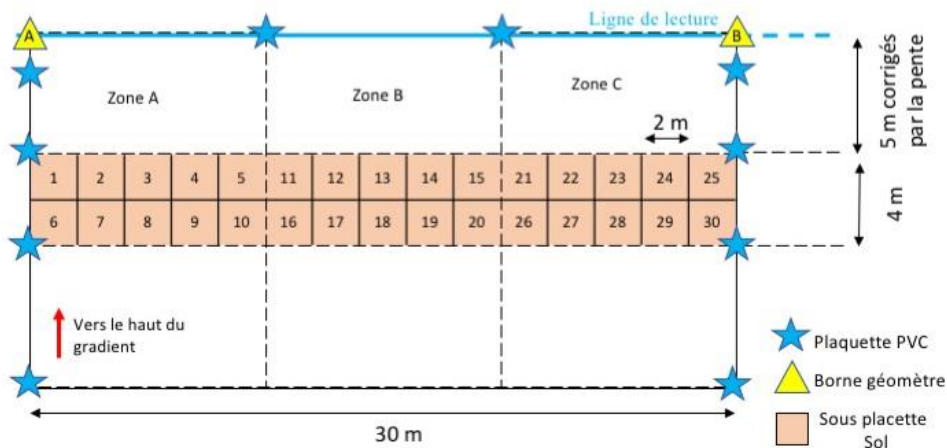


Figure 11 : Délimitation des sous-placettes sol utilisé pour l'échantillonnage du sol superficiel dans le cadre de l'observatoire ORCHAMP

Descriptif du protocole :

Au sein de chaque quadra de 4m², des prélèvements composites sont réalisés, en évitant la contamination par des ADN exogènes, un volume correspondant à un melon doit être récolté par prélèvement. Pour chaque placette permanente, 3 échantillons composites sont prélevés en conditions le plus stériles possible.

Prélèvement d'un échantillon composite

Porter des gants et un masque

Stériliser un échardeur au chalumeau

Réaliser une dizaine de prélèvements à l'aide d'un échardeur, idéalement sur 17 cm de profondeur, jusqu'à l'obtention d'un volume équivalent à celui d'un melon de sol env. 0,5L

Le volume indiqué ne compte pas la présence éventuelle de gros cailloux qu'il faut laisser sur le terrain. Compter environ un prélèvement de 10 à 15 carottes.

Labélisation

La labélisation des échantillons est réalisée de manière à conserver l'information concernant d'une part la localisation de la zone d'échantillonnage (gradient et altitude de la placette) sur la placette (zones A ou B ou C). Chacun des 3 échantillons composites est stocké dans un sac (type sac à autoclave) fermé et correctement labélisé. Une fois l'échantillon prélevé, il est rapidement descendu en vue de la mise en œuvre des premières analyses de laboratoires à mener sur sol frais.

NB : À partir de 2021 il est envisagé de sécher les échantillons suite aux prélèvements. Ce protocole sera publié (en français) sous peu.

Séparation des échantillons en vue de l'analyse

Une fois sur place, homogénéiser l'échantillon en laissant le sac fermé
Prélever un aliquot de 15 grammes de sols à destination des extractions ADN à l'aide de cuillères en plastique jetable à usage unique.

Déposer les 15 grammes de sols directement dans un tube à centrifuger de 50 mL qui servira à réaliser la première étape de l'extraction d'ADN à l'aide de tampon phosphate.

Tamiser le reste de l'échantillon à 5,6 mm.

Réaliser un second prélèvement afin de congeler une partie du sol en vue des analyses des activités enzymatiques.

Tamiser le sol restant à 2 mm

Sécher le sol restant à l'air libre en vue des analyses ultérieures

Protocole 4.2.2

Extraction et amplification des ADNs extracellulaires en laboratoire

L'extraction des fragments d'ADN extracellulaire présent dans les échantillons de sol est réalisée à partir du protocole décrit dans Taberlet et al. (2012) via la mise en solution des ADN extracellulaires dans un tampon phosphate et l'utilisation des kits d'extraction NucleoSpin®.

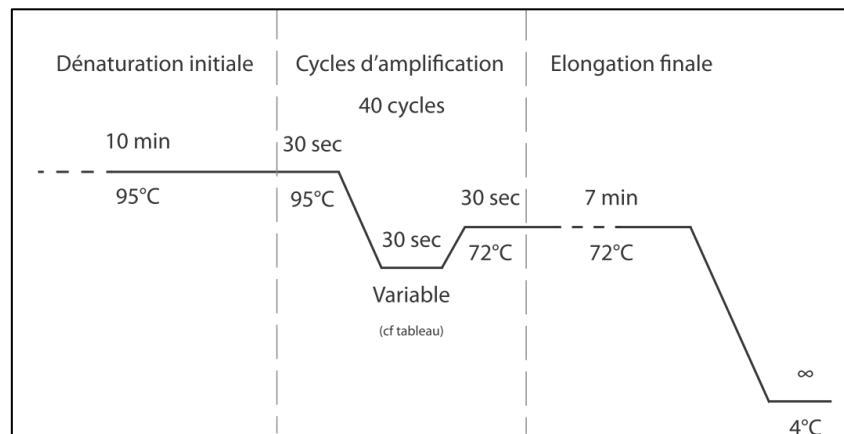
L'aliquot de 15 grammes de sol est prélevé au retour du terrain, dans la foulée une première partie de l'extraction de l'ADN est réalisée sur site. L'élution de l'ADN ainsi que son amplification à l'aide d'amorces spécifiques est réalisée dans un second temps en laboratoire. Pour chaque gradient échantillonné, 4 contrôles d'extraction sont réalisés lors de la phase d'extraction sur le terrain.

Les amorces utilisées dans l'observatoire sont présentées ci-dessous (d'après Taberlet et al. (2018)), le protocole de laboratoire est issu de Taberlet et al. (2012) & NucleoSpin® Soil kit manual (Macherey-Nagel)

Figure 12 : Liste des amorces pour la réalisation des PCR

Primer	Target taxonomic group	Forward primer	Reference (forward)	Reverse primer	Reference (reverse)	Targeted gene	T° hybrid.
Bact01	Bacteria	GGATTAGA TACCCTGGTAGT	Filegerova et al. (2014)	CACGACACGAGCTGACG	Filegerova et al. (2014)	16S rDNA (V5-V6)	57°C
Bact02	Bacteria / Archaea	GCCAGCMGCCGCGGTAA	Taberlet et al. (2018)	GGACTACCMGGGTATCTAA	Taberlet et al. (2018)	16S rDNA (V4)	51°C
Euka02	Eukaryota	TTTGTCTGTTAATTSCG	Guardiola et al. (2015)	CACAGACCTGTTATTGC	Guardiola et al. (2015)	18S rDNA (V7)	45°C
Euka03	Eukaryota	CCCTTTGTACACACCGCC	Taberlet et al. (2018)	CTTCYGCAGGTTACCTAC	Taberlet et al. (2018)	18S nuclear ribosomal DNA (V9)	54°C
Fung02	Fungi	GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG	Epp et al. (2012)	CAAGAGATCCGTTGYTGAAAGTK	Taberlet et al. (2018)	ITS1 nuclear rDNA	55°C
Coll01	Collembola	ACGCTGTTATCCCTWAGG	Janssen et al. (2017)	GACGATAAGACCTWTAGA	Janssen et al. (2017)	16S mitochondrial rDNA	51°C
Arth02	Arthropoda	GATAGAAACCRACCTGGYT	Taberlet et al. (2018)	AARTTACYTTAGGATAACAG	Taberlet et al. (2018)	16S mitochondrial rDNA	48°C
Olig01	Oligochaeta	CAAGAAGACCTATAGAGCTT	Bienert et al. (2012)	CCTGTTATCCCTAAGGTARCT	Taberlet et al. (2018)	16S mitochondrial rDNA	58°C

Figure 13 : Conditions de PCR pour l'amplification des ADN



Les extraits d'ADN sont dilués 10 fois avant la phase d'amplification. Pour chaque combinaison extrait d'ADN / amorce, quatre répliquas de PCR sont réalisés dans les conditions décrites ci-dessous.

Protocole 4.2.3

Mesure de l'activité enzymatique des échantillons de sol superficiel

La mesure des activités enzymatiques extracellulaires permet d'estimer l'activité potentiel de dégradation de molécules par des enzymes excrétées par les micro-organismes du sol (champignons et bactéries)(Bell et al. 2013). Ce pool d'enzymes (écoenzymes) est à la base de la décomposition de la matière organique du sol en humus et de la minéralisation des macromolécules, elles jouent donc un rôle important dans le fonctionnement de l'écosystème en produisant des nutriments minéraux.

Les mesures d'activités enzymatiques sont réalisées à l'aide d'un protocole adapté de Bell et al. (2013). Les activités de 7 enzymes (α -Glucosidase ; β -glucosidase ; β -D-cellubiosidase ; β -Xylosidase ; Leucine aminopeptidase ; N-acetyl- β -Glucosaminidase ; Phosphatase) sont mesurées. Pour doser les activités de ces enzymes extracellulaires, on utilise des substrats industriels couplés à des indicateurs fluorescents. Les substrats initiaux ne sont pas fluorescents, la réaction enzymatique va libérer le composé fluorescent. Le principe de la manipulation est donc une quantification de la fluorescence libérée par la réaction enzymatique.

Protocole 4.2.4

Analyse physico-chimique des échantillons de sol superficiel

Ce protocole regroupe différentes manipulations successives, nécessaires pour effectuer une analyse physico-chimique complète des échantillons issus des prélèvements de sol superficiel. Les étapes sont réalisées sur des échantillons séchés à l'air libre et tamisés à 2 mm.

Quartage

La phase de quartage, permet de sous aliquoter une partie de l'échantillon en vue du broyage, en veillant à être représentatif de l'ensemble de l'échantillon dont la taille des éléments peut être hétérogène. Cette étape est réalisée sur l'ensemble de l'échantillon tamisé et séché à l'air libre. Elle permet de diviser l'échantillon en portions équivalentes et homogènes.

Protocole :

Repartir de façon homogène le sol sur la plaque par des mouvements aléatoires

Faire autant de portions que nécessaire.

Portion pH (volume 5 mL)

Portion MO (5 grs)

Portion broyage (volume 20 mL)

Le reste → Archivage

pH H₂O

La mesure de pH est réalisée dans de l'eau distillée en proportion 1:5 vol : vol (fraction volumique) selon la norme ISO 10390:2005, sur du sol tamisé à 2 mm et séché à l'air libre.

Protocole :

Préparation de la suspension

À l'aide de la cuillère calibrée, prélever une prise d'essai de 5 mL.

Transférer la prise d'essai dans un contenant en verre à bouchon, préalablement labélisé et ajouter 4 fois son volume en eau distillée (20 mL)

À l'aide d'une plaque agitatrice mélanger la suspension pendant 60 min+/- 10 min

Laisser l'échantillon reposer au moins 1 h, mais pas plus de 3 h.

Éviter également l'entrée d'air pendant le temps de repos après l'agitation

Mesure du pH

À l'aide d'une sonde de pH calibrée, mesurer le pH de la suspension à 20 °C ± 2 °C

Matière organique

La mesure de matière organique est réalisée sur les échantillons tamisés à 2 mm, elle est réalisée par perte au feu à 550°C pendant 4 heures sur des échantillons préalablement séchés à l'étuve.

Protocole :

$$\text{Calcul } \%MO = \frac{\text{poids sec}(70^{\circ}\text{C}) - \text{poids sec}(550^{\circ}\text{C})}{\text{poids sec}(70^{\circ}\text{C})} \times 100$$

Préparation des échantillons de sol

Peser 5 +/- 0,1 g de sol dans une coupelle tarée préalablement pesée.

Disposer les coupelles à l'étuve à 70°C pendant 72h minimum.

Peser la masse sèche des échantillons de sol.

Mettre les coupelles à l'étuve 24h à 70°C avant de les peser de nouveau.

La matière organique des sols est le pourcentage de masse perdue avant et après le passage au four à mouffles.

Broyage des sols

Le broyage à 250 µm, est réalisé sur une partie des sols, à l'aide d'un broyeur à couteau .

Les échantillons doivent être secs et tamisés à 2 mm (si besoin les remettre à l'étuve – max 40°C) et la vitesse de rotation du broyeur est de 18000 RPM

Analyseur élémentaire CHONS : quantification du carbone et de l'azote

Les mesures de concentration en carbone et azote sont réalisées sur les échantillons broyés à 250 µm à l'aide de l'analyseur élémentaire (Flash EA1112 ; Thermo Scientific)



6. CLIMAT

Les suivis climatiques sont utilisés en lien avec les relevés et suivis de la biodiversité, afin de comprendre les réponses de la diversité au changement climatique, aux variations saisonnières, ou plus simplement sur le lien entre la diversité et l'environnement.

Deux types de données climatiques sont mobilisés, dans les Alpes françaises :

- À l'échelle du bassin versant, le climat régional est étudié à partir du modèle de réanalyses climatiques SAFRAN-CROCUS-ISBA développé par le Centre d'étude de la Neige. Ce modèle permet de fournir des données de température, précipitations solides et liquides à un pas de temps horaire.
- Sur chaque placette permanente, un capteur de température de subsurface du sol est installé et enregistre des données au pas de temps horaire.

Protocole 5.1

Paramétrage des capteurs de température grâce au logiciel HOBOWare

Le paramétrage des capteurs de température doit être réalisé avant toute installation sur le terrain. Pour cela, utiliser le logiciel HOBOWare, disponible au téléchargement à l'adresse suivante : www.onsetcomp.com/hoboware-free-download

Descriptif du protocole

- L'ordinateur doit être réglé en heure UTC
 - o Sur Mac, ouvrir « Préférences système > Date et heure »
 - o Sur PC, double cliquer sur la date en bas à droite de l'écran, « Paramètres de date et d'heure > Fuseau horaire > UTC Temps universel coordonné »
 - o Sous Linux, « Paramètres > détails > date et heure > Fuseau horaire »
- Ouvrir le logiciel HOBOWare
- Aller dans « Périphérique » puis « Lancer »
- Vérifier que la description du capteur correspond à son numéro de série (1).
- Vérifier la charge de la pile : pour plus de sécurité, changer les piles quand la charge est inférieure à 95% (2).
- Cocher la case « Température » et renseigner l'unité (3).
- Renseigner l'intervalle d'enregistrement (toutes les heures dans notre cas) (4).
- Paramétrer l'heure de démarrage de l'enregistrement, en commençant toujours à heure pile. Ici nous l'avons paramétré pour un démarrage le 17/12/1018 à 16h00 UTC (pour rappel, le HOBOW se met à l'heure du PC, d'où l'importance d'avoir l'heure du PC paramétrée Temps Universel Coordonné) (5).
- Cliquer sur « Démarrage différé » (6).
- Vérifier que le HOBOW clignote en vert à la fréquence 1 clignotement/4sec si l'enregistrement est lancé immédiatement, 1 clignotement/8sec en cas d'enregistrement différé.

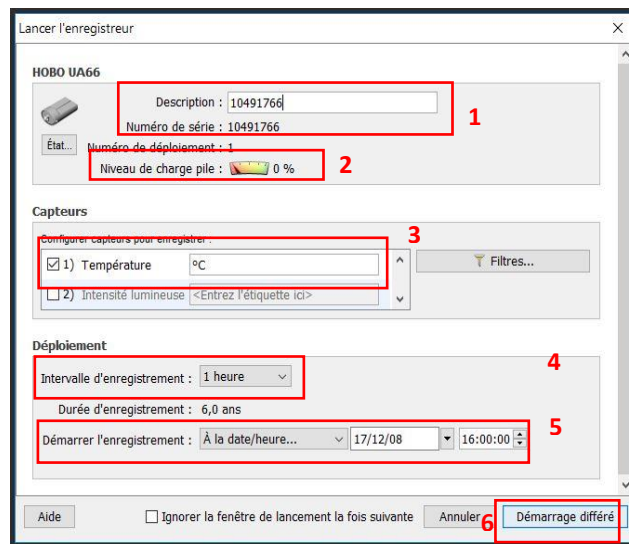


Figure 14 : Fenêtre de lancement d'un capteur de type HOBO

Protocole 5.2

Installation et changement des capteurs de température

Au niveau de chaque placette permanente est installé un capteur de température. De façon générale, le capteur est positionné 2 m au-dessus de la ligne de la ligne de lecture de la placette, entre les deux bornes (si ce n'est pas le cas, les modalités de positionnement du capteur sont précisées sur la fiche descriptive du site). Le capteur est attaché à un pieu en bois qui permet de faciliter la recherche. Le capteur est installé au moment de l'installation de la placette et est renouvelé tous les ans, au moment du suivi annuel de la placette.

Les capteurs de température de type HOBO sont installés et changés tous les ans, les capteurs de type GEOPRECISION restent en place plusieurs années, mais une visite annuelle pour récupérer les données est nécessaire. Ils sont mis en place sur chacune des placettes permanentes, le long des gradients d'altitude du réseau d'observatoire ORCHAMP.

Matériel :

Piquet de bois
 Capteur de température (1 par placette) paramétré (Type HOBO : clignotent toutes les 4 sec du voyant vert 'OK')
 Masette
 Quintuple décimètre
 GPS avec information sur les placettes
 Fil de fer plastifié de diamètre > 1mm
 Pince universelle
 Pelle à main
 Fiche de terrain

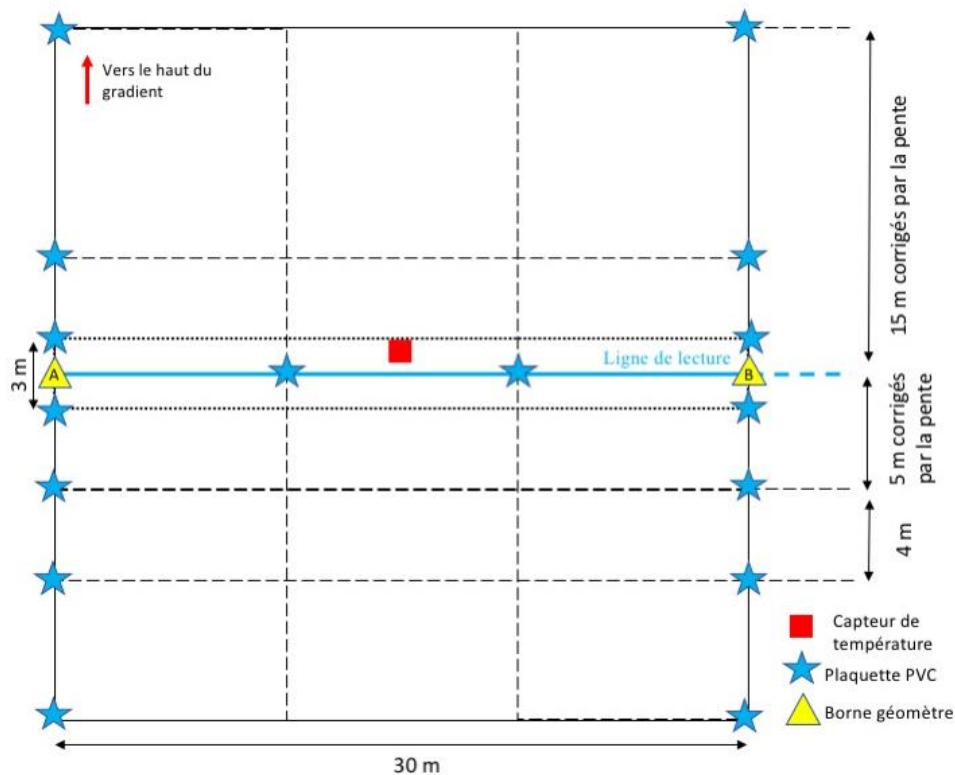


Figure 15 : Positionnement du capteur de température dans la placette permanente ORCHAMP

Descriptif du protocole :

Mise en place du capteur

- Se placer à 2m en amont de la ligne de lecture, à mi-distance entre les deux bornes de géomètre
- Noter le numéro de série (*au dos du capteur*) et les coordonnées GPS du capteur
- Vérifier que le capteur enregistre bien (*Clignotement toutes les 4 secondes*)
- Planter le pieu en bois
- Inciser le sol à l'horizontale dans la pente, à une dizaine de cm du piquet en bois, idéalement dans le même emplacement que le capteur précédent. (*Veiller à ne pas déstructurer le sol au-dessus du capteur.*)
- Placer le capteur de température (*préalablement relié à un fil de fer*) à 10 cm de profondeur, horizontalement, LED vers le haut
- Entourer le pieu avec l'autre extrémité du fil de fer, afin de fixer le capteur (*Attention à ne pas laisser de poche d'air autour du capteur.*)

Récupération de l'ancien capteur

- Localiser le piquet en bois
- Déterrer le fil sur toute la longueur
- Récupérer l'ancien capteur, disposé à quelques dizaines de centimètres du piquet
- Noter la placette, le numéro de série, la date, et l'heure de récupération

7. PRATIQUES

Contrairement aux mesures et relevés de la biodiversité ou des conditions du sol, qui ont lieu en moyenne une fois tous les cinq ans, un suivi des placettes permanentes de chaque gradient est réalisé de façon annuelle. Cela permet d'effectuer un suivi des pratiques mises en place sur chaque placette et de leur évolution au cours du temps et de repérer les éventuelles perturbations du site.

En plus de ce suivi, des recherches et études sur les pratiques et structures du paysage ont été réalisées à l'échelle du bassin versant, mais ne sont pas décrites ici. D'une part, la structure du paysage et sa fragmentation, ainsi que la structure et la diversité fonctionnelle de la végétation sont suivis grâce à des indicateurs spatialisés, issus du traitement des images satellites Sentinel-2B et SPOT. D'autre part, l'observatoire ORCHAMP utilise les cartes CESBIO et CORINE Land Cover pour avoir une indication sur la cartographie des habitats actuels et passés des zones étudiées et échantillonnées.

Ces analyses et suivis ont pour but de répondre à certaines questions, notamment de savoir comment la gestion des milieux a façonné les écosystèmes, comment les pratiques influencent les distributions de la diversité, et comment les services écosystémiques varient dans le temps et l'espace.

Protocole 6.1

Suivi annuel des placettes permanentes

Après toute installation de placette permanente le long d'un gradient de l'observatoire ORCHAMP, un suivi annuel des placettes est réalisé. Il consiste en un suivi de l'état de la placette permanente, d'un point de vue des pratiques agricoles et pastorales au niveau de la placette, et de l'état des marquages permanents qui délimitent la placette.

Au cours de cet inventaire de suivi, le changement du capteur de température est également réalisé.

Le suivi concerne l'intégralité de la placette permanente, tant les bornes des sous-placettes flore que celles des sous-placettes sol, mais aussi le piquet indiquant l'emplacement du capteur de température.