

 <b>URFM – Écologie des Forêts Méditerranéennes</b>	Protocole expérimental	Réf. : BPE_QUAL_P_Protocol eProjetDiGEMAC
	<b>Protocole du projet DiGEMAC</b>	Version : Date : 13/09/2024 Page : 1/8

# PROTOCOLE du Projet DiGEMAC

## Table des matières

<b>PRESENTATION DU PROJET .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. OBJECTIFS ET CONTEXTE ET DU PROJET .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. PARTENAIRES ET EQUIPES ENGAGEES .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. FINANCEMENT ET PILOTAGE .....</b>	<b>2</b>
<b>1.4. DIFFUSION DES RESULTATS .....</b>	<b>3</b>
<b>1.5. COMMUNICATION.....</b>	<b>3</b>
<b>2. GESTION DES SITES D'OBSERVATIONS.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. CODE DES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. LOCALISATION.....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. PILOTAGE DES DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX.....</b>	<b>3</b>
<b>3. PRINCIPES GENERAUX DE GESTION DU PROJET.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1. LISTE DES ACTIONS EXPERIMENTALES.....</b>	<b>3</b>
<b>3.2. GESTION DES ECHANTILLONS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.3. GESTION DES DONNEES .....</b>	<b>4</b>
3.3.1 <i>Quercus</i> .....	4
3.3.2 <i>Castanea</i> .....	4
3.3.3 <i>Abies et Fagus</i> .....	4
<b>3.4. CALENDRIER - DUREE DES OPERATIONS.....</b>	<b>5</b>
<b>4. CHOIX DES FORETS .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1. NATURE DE L'OPERATION .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2. DESCRIPTIF DE LA METHODE.....</b>	<b>6</b>
<b>5. CARACTERISATION DES FORETS .....</b>	<b>7</b>
<b>5.1. REPERAGE, IDENTIFICATION, PHENOTYPAGE ET GENOTYPAGE .....</b>	<b>7</b>
<b>5.2. DESCRIPTIF DES AUTRES INDICATEURS.....</b>	<b>7</b>
5.2.1 <i>Indicateurs Santé des Forêts</i> .....	8
5.2.2 <i>Indicateur de maturité</i> .....	8
<b>5.3. MATERIEL - MODE D'ENREGISTREMENT – ORGANISATION DE L'EQUIPE - CONTRAINTES PARTICULIERES .....</b>	<b>8</b>
<b>6. ANNEXES.....</b>	<b>8</b>
<b>6.1. ANNEXE 1 : .....</b>	<b>8</b>

### PRESENTATION DU PROJET

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom : Fonction :	Caroline Scotti-Saintagne	Olivier Gilg et Mehdi Pringarbe	Frédéric Jean

 <b>URFM – Écologie des Forêts Méditerranéennes</b>	Protocole expérimental	Réf. : BPE_QUAL_P_Protocol eProjetDiGEMAC
	<b>Protocole du projet DiGEMAC</b>	Version : Date : 13/09/2024 Page : 2/8

Les changements globaux interrogent sur le devenir des peuplements forestiers. Les prévisions sont pessimistes pour de nombreuses espèces, particulièrement dans le sud, où certaines d'entre elles pourraient disparaître. Ces prévisions ne prennent généralement pas en compte la variabilité environnementale à l'échelle locale, ni la capacité d'adaptation des espèces en réponse aux contraintes environnementales. La capacité des espèces à répondre à la sélection naturelle va dépendre de la force de la sélection qui s'exerce sur les peuplements et de la diversité génétique présente dans les populations.

La capacité de résilience d'un peuplement est difficilement mesurable directement. D'un point de vue évolutif, la résilience d'un peuplement sera la capacité, après un stress environnemental, de retrouver une taille de population qui lui permettra de maintenir un nombre de reproducteurs suffisamment élevé pour éviter l'accumulation de mutations délétères et accumuler assez de diversité génétique adaptative pour répondre à de futurs stress. L'estimation du nombre de mutations délétères ou de gènes soumis à l'adaptation demande des investigations lourdes en termes de séquençage et d'analyses qui vont au-delà du présent projet. Par contre, il existe des liens indirects entre la résilience et des indices de diversité génétique estimés à partir de locus 'neutres' non impliqués dans la sélection naturelle, tels que les locus microsatellites. Ces locus permettent par exemple d'estimer le taux de consanguinité qui, lorsqu'il est élevé, peut engendrer l'accumulation de mutations délétères. Ces locus permettent aussi d'identifier des particularités locales, en recherchant les allèles rares ou privés (présent dans une seule population). D'autre part, ce sont des puissants outils pour différencier les provenances et les espèces proches, permettant ainsi de caractériser les ressources présentes dans les peuplements, de les comparer entre elles et d'estimer leurs connectivités génétiques (par les flux de gènes).

Nous proposons dans ce projet d'évaluer la diversité génétique dans des peuplements de Sapin, Hêtre, Chêne et Châtaignier afin d'apporter des éléments de réponses aux questionnements de trois PNR du massif central sur la capacité d'adaptation de leur forêt. La composition du couvert forestier étant différente entre les parcs, tant en termes de composition d'espèces que de types de gestion (forêt naturelle vs plantation), cela implique que les questionnements soient différents d'un parc à l'autre. Globalement l'approche sera :

- (i) de comparer pour chaque espèce la diversité génétique locale avec celle (lorsqu'elle est connue) d'autres territoires afin d'identifier des particularités génétiques locales qui pourraient appuyer une politique de conservation et de protection des habitats,
- (ii) de comparer à l'échelle d'un massif ou d'un paysage, l'impact de la gestion sur la diversité génétique des peuplements
- (iii) d'évaluer la composition génétique de peuplements issues de la recolonisation naturelle à partir de forêt ancienne

### 1.1. Objectifs et contexte et du projet

L'objectif du projet est d'étudier :

- (i) la résilience des forêts anciennes face au changement climatique et
- (ii) l'impact de la gestion sur la diversité génétique comme proxy de la résilience.

Dans des peuplements de chênes, châtaignier, hêtre et sapin de 3 parcs naturels régionaux du Massif Central :

- le PNR de Millevaches en Limousin
- le PNR du Haut-Languedoc
- le PNR Livradois-Forez

### 1.2. Partenaires et Equipes engagées

- Partenaires « Expérimentations et Recherche » : INRAE (URFM, UEFM et UMR Biogeco)
- Partenaires « Gestionnaires des sites » : IPAMAC : les parcs naturels régionaux des Haut-Languedoc, de Millevaches en Limousin, de Livradois-Forez.

### 1.3. Financement et Pilotage

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom : Fonction :	Caroline Scotti-Saintagne	Olivier Gilg et Mehdi Pringarbe	Frédéric Jean

 <b>URFM – Écologie des Forêts Méditerranéennes</b>	Protocole expérimental	Réf. : BPE_QUAL_P_Protocol eProjetDiGEMAC
	<b>Protocole du projet DiGEMAC</b>	Version : Date : 13/09/2024 Page : 3/8

Le projet est financé par l'association Inter-Parcs du Massif central ([IPAMAC](#)).  
Son pilotage est assuré par Marie Fougerouse, Chargée de projet Biodiversité à IPAMAC.

### 1.4. Diffusion des résultats

### 1.5. Communication

- 1) jeudi 30 mai 2024 au PNR du Pilat : Présentation du projet [OcciGen](#) dans le cadre du séminaire « Quelle(s) gestion(s) de la forêt face à l'impact climatique ? »
- 2) juin 2025 : restitution des résultats du projet DiGEMAC

## 2. GESTION DES SITES D'OBSERVATIONS

### 2.1. Code des dispositifs expérimentaux

- Les peuplements d'Abies et de Fagus ont été nommés selon la commune à laquelle ils appartenaient. Attention, les peuplements de Fagus n'ont pas de plot ; et seuls Cambon, Viam, Mazaleyrat et Alyre ont un plot pour les les Abies
- Les peuplements de Quercus ont été nommés selon le nom de la forêt et le cas échéant le type de peuplement (Molestie, SIEM Luzège, Forêt de la Comté Mature, forêt de la Comté Immature, Forêt de l'Aiguille et Cammazes N2K).
- Les peuplements de châtaignier ont été nommés selon les communes ou lieu-dit où ils poussaient. Ainsi par exemple, les 30 arbres échantillonnés sur la commune d'Arné ont un identifiant unique allant de ARN001 à ARN030.

### 2.2. Localisation

**Plan de situation du dispositif** : voir projet QGIS intitulé : *Cartolpamac.qgz* ; les données brutes du projet sont stockées sur le NAS-URFM à l'adresse suivante : *N:/home/fjean/lpamac/DonneesGeo*.

Le fichier de synthèse est nommé « *DataGeo\_lpamac.csv* »

### 2.3. Pilotage des dispositifs expérimentaux

Les responsables scientifiques INRAE sont déclinés suivant les espèces auxquelles le projet s'intéresse, à savoir pour le :

- Sapin : Caroline Scotti-Saintagne
- Hêtre : Caroline Scotti-Saintagne
- Chêne : Olivier Lepais
- Châtaignier : Catherine Bodénès

Les référents pour les PNR engagés sont indiqués dans le tableau [suivant](#).

## 3. PRINCIPES GENERAUX DE GESTION DU PROJET

### 3.1. Liste des actions expérimentales

- (i) Le choix des placettes d'inventaire est à la charge des gestionnaires et se fait sur la base des questionnements suivants :  
Question 1 : Identification de particularités génétique locale (par rapport à d'autres territoires)  
Question 2 : Impact de la gestion sur la diversité génétique

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom : Fonction :	Caroline Scotti-Saintagne	Olivier Gilg et Mehdi Pringarbe	Frédéric Jean

 <b>URFM – Écologie des Forêts Méditerranéennes</b>	Protocole expérimental	Réf. : BPE_QUAL_P_Protocol eProjetDiGEMAC
	<b>Protocole du projet DiGEMAC</b>	Version : Date : 13/09/2024 Page : 4/8

Question 3 : Impact de l'environnement (altitude) sur la composition génétique du peuplement

Question 4 : Caractérisation du mélange d'espèces (du même genre) en population naturelle

Question 5 : Comparaison de la diversité génétique entre des forêts anciennes et mature et des peuplements issus de leur régénération naturelle

(ii) Le choix des arbres échantillonnés, leur repérage, leur description phénotypique et la récolte de feuilles pour génotypage est à la charge des équipes de recherche INRAE engagées dans le projet, à savoir :

- pour le chêne et le châtaignier l'[UMR Biogeco](#) ; seul le DBH sera mesuré pour les chênes s'agissant des descriptions phénotypiques, le DBH n'a pas été mesuré pour les châtaigniers
- pour le hêtre et le sapin l'[URFM](#) et l'[UEFM](#) ; pour ces 2 espèces, l'UEFM réalisera aussi des observations d'états sanitaires des arbres suivant le protocole [ARCHI](#)

(iii) La caractérisation de l'état sanitaire et du degré de maturité des peuplements sélectionnés est à la charge des gestionnaires de parcs et se fera à la discrétion des parcs, essentiellement par la mise à disposition de données déjà existantes.

### 3.2. Gestion des échantillons

- Chêne : les échantillons sont enregistrés dans la base de données Gestion des échantillons de l'UMR BIOGECO.
- Châtaignier : les échantillons sont enregistrés dans la base de données Gestion des échantillons de l'UMR BIOGECO
- Sapin et Hêtre

Les échantillons du projet sont gérés par la Base de Données de l'URFM (<http://w3.avignon.inra.fr/PlantaExpProd/>)

- 1) L'intégration des échantillons exige de créer en amont dans la BDD PlantaExp les peuplements d'Ipamac. Ceux-ci sont créés en agrégeant les 25 arbres de chaque peuplement et en calculant le centroïde via le logiciel QGIS.

Pour les sapins, ce fichier s'appelle « Plantaexp\_stand\_IpamacAbies20240626.csv »

Pour les hêtres, ce fichier s'appelle « Plantaexp\_stand\_IpamacFagus20240716.csv »

- 2) Concernant la création du Matériel Végétal dans PlantExp, les fichiers se nomment

Pour les sapins : « Plantaexp\_material\_IpamacAbies20240626.csv »

Pour les hêtres : « Plantaexp\_material\_IpamacFagus20240717.csv »

Concernant l'intégration des échantillons de sapin, le fichier se nomme « Plantaexp\_sample\_IpamacAbies20240626.csv ».

Concernant l'intégration des échantillons de hêtre, le fichier se nomme « Plantaexp\_sample\_IpamacFagus20240717.csv ».

Les 6 fichiers sont hébergés sur le [NextCloud](#) et se trouvent dans le répertoire « Abies » pour les sapins et le répertoire « Fagus » pour les hêtres.

### 3.3. Gestion des données

#### 3.3.1 Quercus

Dans le tableau de données terrain disponible sur le NextCloud ([https://nextcloud.inrae.fr/apps/files/files/150798716?dir=/IPAMAC/Ipamac\\_Donnees/Quercus](https://nextcloud.inrae.fr/apps/files/files/150798716?dir=/IPAMAC/Ipamac_Donnees/Quercus)), chaque échantillon est renseigné pour le nom du site, la commune, le PNR, le genre, l'espèce, le DBH, latitude, longitude et élévation, heure et date d'enregistrement du pont GPS correspondant à celles du prélèvement, code d'échantillon.

#### 3.3.2 Castanea

Dans le tableau de données terrain, chaque arbre échantillonné est enregistré par la date (= jour du prélèvement), espèce, nom du PNR, nom du site, nom de la commune, nom de la population, identifiant de l'arbre, altitude, longitude, latitude, type de fleurs, accompagnateur, remarque

#### 3.3.3 Abies et Fagus

Les données sont saisies sur un format permettant l'intégration en BDD Sites naturels de la cellule SIG de l'URFM et sont hébergées sur le [NextCloud](#) du projet.

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom : Fonction :	Caroline Scotti-Saintagne	Olivier Gilg et Mehdi Pringarbe	Frédéric Jean

 <b>URFM – Écologie des Forêts Méditerranéennes</b>	Protocole expérimental	Réf. : BPE_QUAL_P_Protocol eProjetDiGEMAC
	<b>Protocole du projet DiGEMAC</b>	Version : Date : 13/09/2024 Page : 5/8

- **1 fichier de description des nouveaux peuplements intégrant la BDD du l'URFM [PlantaExp](#) (Abies et Fagus) :**  
Variables sommaires de description de géoréférencement (latitude, longitude, altitude, commune)

- **1 base de données (SitesNats) individu centré** (circonférence, reproduction, santé ARCHI) protocole GenTree UE (Olivier)  
Les données récoltées par l'UEFM se trouvent sur le NextCloud du projet IPAMAC dans le répertoire suivant :  
Ipamac\_Donnees/Occigen\_Donnees\_Terrain/Abies\_Genet\_Brut ou /Fagus\_Genet\_Brut.

La validation des données (étape de curation) s'effectue avec les « fichiers BDD » stockés dans le NextCloud sous les répertoires /Abies\_Genet\_PourBDD ou /Fagus\_Genet\_PourBDD et génère les fichiers UEFM\_Ipamac\_All\_Sites\_Abies\_OK.csv et UEFM\_Ipamac\_All\_Sites\_Fagus\_OK.csv stockés sous le nas-urfm N:\home\jean\Occigen\Donnees.

L'étape de curation s'effectue avec le script R intitulé Ipamac\_RecupFichierBrutsAbiesEtFagus\_AnalyseEtVerifDonnees hébergé sous le nas-urfm N:\home\jean\Ipamac\Donnees

- **1 base de données individu centré sur la génétique** (Caroline)

PlantaExp : <http://w3.avignon.inra.fr/PlantaExpProd/>

- **Données géographiques :**

- Peuplements : créés en agrégeant les 25 arbres de chaque peuplement et en calculant le centroïde via le logiciel QGIS (en groupant au préalable si besoin les fichiers .shp en .csv, déposés dans un dossier « Temporaire » puis Vecteur -> Outil d'analyse -> Coordonnées moyennes). Ces fichiers s'appellent respectivement « Plantaexp\_stand\_IpamacFagus20240716.csv » et « Plantaexp\_stand\_IpamacAbies20240626.csv » pour le hêtre et pour le sapin. Ils sont stockés sur le NextCloud dans le répertoire CMV ici Z:\IPAMAC\Ipamac\_Donnees\Ipamac\_CMV\Fichiers MAJ O. Gilg

- Plots (quand il y en a, c'est à dire pour les peuplements d'Abies suivants : Cambon, Viam, Mazaleyrat et Alyre) : les centres des plots sont stockés dans les fichiers stockés sur le NAS URFM N:\home\jean\Ipamac\DonneesGeo et respectivement intitulés  
Ipamac\_Abies\_Cambon\_Salvergues.shp,  
Ipamac\_Abies\_Viam\_Mazaleyrat.shp et  
Ipamac\_Abies\_Alyre.shp  
Ils sont parfois approximatifs.

- Arbres : les positions qui font référence se trouve dans les fichiers intitulés « Ipamac\_FagusAbies\_2024\_GlobalBrutCorrigeArbres.csv » stockés sur le NAS de l'URFM ici : N:\home\jean\Ipamac\Ipamac\_FichiersGPX\_Bruts

- **Gestion des documents de traçabilité**

Cahier de laboratoire du projet : sur le NextCloud du projet [ici](#)

- **Diffusion des données**

Le caractère sensible de certaines données, en particulier les données géographiques, nous contraint à dégrader la précision à l'échelle de la commune pour pouvoir être diffusées.

### 3.4. Calendrier - Durée des opérations

Sites	Dates	Intervenants INRAE et PNR
PNR Millevaches : 2 sites Abies (Mazaleyrat et Viam)	Semaine 17	UEFM : Mehdi Pringarbe et Olivier Gilg avec Olivier Zappia
PNR Haut-Languedoc : 2 sites Abies (Cambon et Salvergues)	Semaine 20	UEFM : Mehdi Pringarbe et Olivier Gilg avec Camille Hautefeuille et Benoît

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom : Fonction :	Caroline Scotti-Saintagne	Olivier Gilg et Mehdi Pringarbe	Frédéric Jean

PNR Livradois-Forez : 2 sites Abies (Dorange et Alyre)	Semaine 24	UEFM : Mehdi Pringarbe et Olivier Gilg avec Morgane Malard
PNR Millevaches : 2 sites Fagus (Darnets et Pradines)	Semaine 26	UEFM : Mehdi Pringarbe et Olivier Gilg
PNR Haut-Languedoc : 2 sites Fagus (Verdalle et Lacrouzette)	Semaine 27	UEFM : Mehdi Pringarbe et Olivier Gilg avec Camille Hautefeuille
PNR Livradois-Forez : 2 sites Fagus (Condat et Montboissier)	Semaine 28	UEFM : Mehdi Pringarbe et Olivier Gilg avec Morgane Malard
PNR Millevaches : 2 sites Quercus (Molestie et SIEM Luzège)	28 et 29/05/2024	UMR BIOGECO : Olivier Lepais, Jennifer Dudit, Elsa Massé et Olivier Zappia (28/05)
PNR Livradois-Forez : 2 sites Quercus (Forêt de la Comté Mature et Immature)	29 et 30/05/2024	UMR BIOGECO : Olivier Lepais, Jennifer Dudit, Elsa Massé
PNR Haut-Languedoc : 2 sites Quercus (Forêt de l'Aiguille et Cammazes N2k)	30 et 31/05/2024	UMR BIOGECO : Olivier Lepais, Jennifer Dudit, Elsa Massé et Camille Hautefeuille (30/05)
PNR Millevaches : 3 sites Castanea (Darnets, Soudeilles et Bujaleuf)	19 et 20/06/2024	UMR BIOGECO : Catherine Bodénès, Rémy Petit et Olivier Zappia (Darnets, Bujaleuf)
PNR Haut-Languedoc : 4 sites Castanea (Forêt du lac du Merle, de Rosis, Servies et Truscas)	17 et 18/06/2024	UMR BIOGECO : Catherine Bodénès, Rémy Petit et Camille Hautefeuille (forêt du Merle et Servies)

## 4. CHOIX DES FORETS

### 4.1. Nature de l'opération

Sélectionner des peuplements pour chaque essence étudiées permettant d'identifier d'éventuelles particularités génétiques locales et d'évaluer l'impact de la gestion sur la diversité génétique appréciée à travers des indicateurs de maturité.

### 4.2. Descriptif de la Méthode

Le tableau ci-dessous est consultable sur le NexCloud du projet [ici](#)

	Parcs	Sapin	Hêtre	Chêne	Châtaignier
Identification de particularités génétique locale (par rapport à d'autres territoires)	PNR Livradois-Forez	1 forêt ancienne avec, si possible, des éléments de maturité (bois morts sur pieds ou au sol) pour l'échantillonnage de cette essence (1 des 2 sites)	1 forêt ancienne avec, si possible, des éléments de maturité (bois morts sur pieds ou au sol) pour l'échantillonnage de cette essence (1 des 2 sites)	1 forêt ancienne avec, si possible, des éléments de maturité (bois morts sur pieds ou au sol) pour l'échantillonnage de cette essence (1 des 2 sites)	Le PNR Livradois Forez n'a pas de châtaignier de reportés sur le PNR Haut-Languedoc et le PNR Limousin
	PNR Haut-Languedoc	1 forêt ancienne avec, si possible, des éléments de maturité (bois morts sur pieds ou au sol) pour l'échantillonnage de cette essence (1 des 2 sites)	1 forêt ancienne avec, si possible, des éléments de maturité (bois morts sur pieds ou au sol) pour l'échantillonnage de cette essence (1 des 2 sites)	1 forêt ancienne avec, si possible, des éléments de maturité (bois morts sur pieds ou au sol) pour l'échantillonnage de cette essence (1 des 2 sites)	Peuplements mélangés (avec du chêne ou de 1 forêt anciennes et pas en production / Les 3 si éloignés / Contrast possible avec les différents
	PNR Millevaches en Limousin	1 forêt ancienne avec, si possible, des éléments de maturité (bois morts sur pieds ou au sol) pour l'échantillonnage de cette essence (1 des 2 sites)	1 forêt ancienne avec, si possible, des éléments de maturité (bois morts sur pieds ou au sol) pour l'échantillonnage de cette essence (1 des 2 sites)	1 forêt ancienne avec, si possible, des éléments de maturité (bois morts sur pieds ou au sol) pour l'échantillonnage de cette essence (1 des 2 sites)	Peuplements mélangés (avec du chêne ou de 1 forêt anciennes et pas en production / Les 3 si éloignés
Impact de la gestion sur la diversité génétique	PNR Livradois-Forez	Peuplements avec une gestion sylvicole différente (pas forcément libre évolution); Peuplements avec des altitudes similaires pour savoir si c'est bien la gestion qui a un impact sur la diversité génétique; Les 2 sites doivent être proches (5km max)			
	PNR Haut-Languedoc	Peuplements avec une gestion sylvicole différente (pas forcément libre évolution); Les 2 sites doivent être proches (5km max)	1 site en forêt ancienne en libre évolution et 1 site avec peuplements naturels exploités; Les 2 sites doivent être proches (5km max)		
	PNR Millevaches en Limousin	Peuplements avec la même provenance et le même âge mais pas la même gestion sylvicole; Les 2 sites doivent être proches (5km max)	1 site en forêt ancienne en libre évolution et 1 site avec peuplements naturels exploités; Les 2 sites doivent être proches (5km max)	1 plantation de chêne sicile et 1 forêt naturelle (même espèces nécessaires) / Les 2 sites doivent être proches (5km max)	
Impact de l'environnement (altitude) sur la composition génétique du peuplement	PNR Livradois-Forez			Pas de peuplements en altitude	
	PNR Haut-Languedoc				
	PNR Millevaches en Limousin				
Caractérisation du mélange d'espèces (du même genre) en population naturelle	PNR Livradois-Forez				
	PNR Haut-Languedoc			Forêt naturelle / Contrats possibles avec les différents climats du parc / Pas de notion de distance	
	PNR Millevaches en Limousin				
Comparaison de la diversité génétique entre des forêts anciennes et mature et des peuplements issus de leur régénération naturelle	PNR Livradois-Forez		1 site en forêt anciennes et 1 site en forêt récente; Les 2 sites doivent être proches (5km max)	1 site en forêt anciennes et 1 site en forêt récente; Les 2 sites doivent être proches (5km max)	
	PNR Haut-Languedoc				
	PNR Millevaches en Limousin				
		PNR LF (2); PNR HL (2); PNR ML (2)	PNR LF (2); PNR HL (2); PNR ML (2)	PNR LF (2); PNR HL (2); PNR ML (2)	PNR HL (3); PNR ML (3)

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom : Fonction :	Caroline Scotti-Saintagne	Olivier Gilg et Mehdi Pringarbe	Frédéric Jean

 <b>URFM – Écologie des Forêts Méditerranéennes</b>	Protocole expérimental	Réf. : BPE_QUAL_P_Protocol eProjetDiGEMAC
	<b>Protocole du projet DiGEMAC</b>	Version : Date : 13/09/2024 Page : 7/8

## 5. CARACTERISATION DES FORETS

### 5.1. Repérage, identification, phénotypage et génotypage

1. Pour le châtaignier, le protocole d'échantillonnage sera celui appliqué aux prospections de la CRGF, à savoir position GPS pour chaque individu, silicagel ou bac réfrigérant pour les feuilles collectées et observation de la flore dans le cas où des espèces remarquables de forêts anciennes sont présentes.
2. Pour le chêne, outre les récolte de morceaux de feuille pour conservation à sec selon une procédure classique (et qui sera identique pour le châtaignier), enregistrement pour chaque arbre des coordonnées GPS et DBH en tenant compte des critères de sélection des individus (distance, gros et très gros autant que possible) afin d'avoir une stratégie d'échantillonnage la plus homogène possible entre espèces du projet.
3. Pour le hêtre et le sapin pectiné
  - Choix des 25 arbres
    - Arbres distants de 20-30 m répartis dans 3 plots, le cas échéant, de la zone étudiée. La distance entre les arbres peut être réduite en cas de forte pente.
    - Privilégier les très gros (TGB, D130>67.5cm) et très très gros arbres (TTGB, D130>87.5cm) en lien avec le protocole ARCHI (arbres dominants ou co-dominants). Limite : ne pas sélectionner des arbres inférieurs à 50cm de diamètre si possible, sinon recruter en deçà de ce diamètre de sélection.
  - Cartographie au GPS garmin 64 S
  - Repérage et marquage in situ : selon les recommandations du gestionnaire de site ; par défaut, au crayon de bois gras (en amont ou aval OU Nord ou Sud si terrain plat, à préciser). Pas de peinture ; par ailleurs, l'étiquette (plastique ou alu) + agrafe ou fil ressort (voir système RENECOFOR) n'ont pas été retenus, respectivement pour des questions environnementales (plastiques) et de coût.
  - Identification : proposition à soumettre à la cellule SIG suivant la norme décrite [ici](#) : Site\_Plot\_N°Arbre ; pour le nom des sites il correspond au nom de la commune, voire du hameau. Dans le cas de nom composé, une version courte pour nommer le site est retenue.
  - C130 : se référer au [mode opératoire suivant](#) : EFDC\_MO\_Cir130\_V5.pdf hébergé sur le SharePoint de l'URFM
  - Hauteur totale au Vertex : se référer à [l'instruction](#) et au [mode opératoire suivant](#) ; dans le cas d'arbres présentant une cime sèche, c'est bien la hauteur de la plus haute branche verte (vivante) qui est mesurée.
  - Statut social des arbres : dominant (noté DO) ou co-dominant (noté CODO)
  - Structure du peuplement (futaie régulière, irrégulière...) : cette information sera collectée auprès des agents PNR locaux à partir des cartes d'aménagement.
  - Surface terrière : 1 point de mesure au centre de chaque placette avec le relascope à chaînette HAGLOF.
  - Indice de compétition simplifié :
    - À l'échelle individuelle : par la juxtaposition des houppiers ; on compte pour chaque tige, le nombre de houppiers dominant ou co-dominant touchant l'arbre échantillon. On regarde la partie fonctionnelle du houppier, c'est-à-dire les 2/3 supérieurs pour estimer la compétition avec les voisins.
  - Indicateurs de diversité génétique
    - Prélèvement aiguilles, feuilles : suivant la méthode de conservation à sec comme décrit dans ce [document](#).

Codification des échantillons suivant la méthode décrite dans ce [document](#).  
Transmettre un mail à Nasradin, Anne R., Caroline et Frédéric à chaque dépôt d'échantillons végétaux dans le laboratoire 29 dédié à la réception des échantillons végétaux.  
Fichier d'interface à télécharger ici : <http://w3.avignon.inra.fr/PlantaExpProd/> , puis cliquer sur "Intégration de masse" et suivre les instructions. A la suite de quoi, envoyer le fichier à Nasradin, Anne R., Caroline et Frédéric.

  - Indicateurs de la capacité à se régénérer
    - Estimation du nombre de fruit : comptage suivant méthode protocole Gentree 3\*30 secondes sur les 25 arbres échantillons
    - Estimation de densité de régénération : selon la méthode Gentree décrite dans le point 5.3.4 de ce [document](#).

### 5.2. Descriptif des autres indicateurs

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom : Fonction :	Caroline Scotti-Saintagne	Olivier Gilg et Mehdi Pringarbe	Frédéric Jean

 <b>URFM – Écologie des Forêts Méditerranéennes</b>	Protocole expérimental	Réf. : BPE_QUAL_P_Protocol eProjetDiGEMAC
	<b>Protocole du projet DiGEMAC</b>	Version : Date : 13/09/2024 Page : 8/8

### 5.2.1 Indicateurs Santé des Forêts

La description de l'état sanitaire des arbres sélectionnés pour le projet à travers le protocole ARCHI sera assuré par INRAE pour les placettes de hêtre et sapin mais aussi, dans la mesure du possible et sous réserve par les agents des parcs.

- Archi : <https://www.cnpf.fr/n/archi/n:4197> (uniquement sur des arbres dominants ou co-dominants, soit les 25 arbres pré-définis à priori).

### 5.2.2 Indicateur de maturité

La description d'un indice de maturité des peuplements sélectionnés à travers l'IBP sera assuré par les agents du parcs et basé essentiellement sur le partage de données déjà existantes.

Notions particulièrement recherchées pour l'étude :

- (i) la présence de TGB Vivants et GB morts sur pied et au sol (vous mentionnez ce point dans le tableau)
- (ii) des éléments de structuration verticale de la végétation en décrivant le % de recouvrement de chaque strate (herbacées, ligneux très bas....)
- (iii) la diversité inter-spécifique en appréciant le nombre d'essences autochtones présentes sur la parcelle décrite.

Pour rappel, les plot IBP ont un rayon de 56m en distance réelle soit une surface projetée de 1 ha.

## 5.3. Matériel - Mode d'enregistrement - Organisation de l'équipe - Contraintes particulières

#### Matériel :

GPS Garmin, jumelles, vertex, mètre ruban, sachets de prélèvements, perche télescopique et échenilloir associé, petit sac

#### Mode d'enregistrement :

Tablette puis transfert sur le Next cloud du projet [ici](#).

#### Organisation de l'équipe :

#### Contraintes particulières :

*Etc.... pour toutes les opérations listées*

## 6. ANNEXES

### 6.1. Annexe 1 :

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom : Fonction :	Caroline Scotti-Saintagne	Olivier Gilg et Mehdi Pringarbe	Frédéric Jean