

# Protocole expérimental « Plantation »

---



Mars 2021

Auteur : **J. Rosa** (CNPf-CRPF Ile de France, Centre Val de Loire)

Ont participé à ce travail :

Marie-Cécile Deconninck (CNPf Bourgogne-Franche-Comté), Noémi Havet (CNPf Hauts-de-France), Eric Hincelin (CNPf Normandie), Esthelle Mercier et Jean-Marie Righi (CNPf Nouvelle Aquitaine), Christian Weben (CNPf Pays de Loire), Sabine Girard et Jean Lemaire (CNPf IDF)

Yves Lacouture (gestionnaire forestier professionnel),

Lucie Arnaudet et Gilbert Douzon (ONF R&D Boigny).



Financier :



Copyright : Jérôme ROSA © CNPF

## Expérimentation en plantation

---

Ces expérimentations proposent le suivi des plantations de chênes pubescents, pur ou en mélange, en divers contextes stationnels, avec diverses techniques d'installation.

L'objectif est de mieux connaître le comportement du chêne pubescent dans les premières années, et d'évaluer les techniques d'installation, notamment en comparaison avec celles utilisées pour le chêne sessile.

### Table des matières

Expérimentation en plantation .....	2
I. Principales caractéristiques du dispositif .....	3
II. Description du site.....	3
Localisation.....	3
Historique.....	3
Description stationnelle .....	4
III. Installation.....	4
Condition d'installation des plantations .....	4
Surface de la placette de mesure .....	5
Placette de traitement .....	5
Signalisations.....	6
IV. Mesure des plants à l'installation.....	7
Echantillon mesuré et individualisation des plants.....	7
Hauteur totale .....	7
Circonférence à 1,30 cm.....	7
Notation de problèmes phytosanitaires .....	7
V. Archivage des données technico économiques .....	8
VI. Suivi.....	8
VII. Traitement de données au niveau de l'essai.....	8
VIII. Calendrier check-list.....	9
Annexe 1 : Exemple de fiche descriptive des conditions stationnelles d'un dispositif.....	10
Annexe 2 : Exemple de fiche de relevé floristique.....	11
Annexe 3 : Notation de problèmes sanitaires.....	12

## I. Principales caractéristiques du dispositif

---

Le type de dispositif peut être :

- Une référence mesurée : une seule modalité est testée, et donc une seule placette est installée
- Une expérimentation : plusieurs modalités sont testées :
  - o Comparaison avec le chêne sessile (voire pédonculé). C'est une modalité qui a été désigné comme à privilégier dans le cadre de ce réseau
  - o Comparaison de diverses compositions (en cas de mélange), voire du motif de mélange
  - o Comparaison de techniques de plantation

Le facteur testé sera donc la composition de la plantation, ou la technique d'installation. Il est vivement recommandé de ne tester qu'un seul facteur par dispositif, au risque de devoir multiplier les modalités pour apprécier l'impact de chaque facteur.

La durée de suivi du dispositif est d'au moins une trentaine d'années. Ainsi, les phases d'installation, de compression et de réaction à une première éclaircie seront mieux quantifiées.



La localisation des sites est à raisonner au niveau national, afin de constituer un réseau cohérent.

Le site devra être facilement accessible, que ce soit pour la réalisation de l'éclaircie, les mesures, ou les visites de groupes. Les placettes de suivi devront être installées à au moins 20 m de la lisière des peuplements, en évitant des zones trop hétérogènes du point de vue du peuplement ou des conditions stationnelles. Dans le cas d'une expérimentation, les principaux critères de la station doivent être sensiblement équivalents pour toutes les modalités.

## II. Description du site

---

### Localisation

Les coordonnées GPS seront relevées, un plan de localisation sera réalisé.

### Historique

Le descriptif de l'antécédent sera noté : le type de peuplement, la date de la coupe rase, et les travaux de nettoyage seront précisés. Tous les éléments connus sont collectés et reportés dans un compte rendu d'installation.

### Description stationnelle

La description du milieu est réalisée à l'aide de la fiche proposée en annexe 1. Cette description sera réalisée en un point jugé représentatif du dispositif, mais en s'assurant que les principaux paramètres (profondeur d'apparition de l'hydromorphie, textures, charge en cailloux, végétation) ne varient pas significativement sur le site expérimental.

La description pédologique est idéalement réalisée avant les éventuels travaux du sol, qui peuvent notamment masquer temporairement certaines variations. Les relevés floristiques seront réalisés, bien que leurs interprétations après coupe rase soient différentes que sous couvert forestier, car ils peuvent malgré tout renseigner sur les éventuelles hétérogénéités.

Les stations où le pubescent est mal adapté, notamment les stations engorgées à moins de 30 cm de la surface, seront évidemment évitées.

## III. Installation

---

**Dans le cas d'une expérimentation à plusieurs modalités, il est indispensable de prévoir les localisations de placettes avant la plantation afin de s'assurer que les surfaces et l'homogénéité des conditions soient suffisantes pour toutes les modalités plantées. Si le site est trop limité pour accueillir dans de bonnes conditions toutes les modalités plantées, il est préférable de réduire le nombre de modalités, au risque de suivre une expérimentation qui ne pourra apporter de comparaisons judicieuses.**

**D'un point de vue pratique, il est vivement conseillé de matérialiser le plus possible les limites avant plantation (piquetage), et d'être présent le jour de plantation, ou au moins d'avoir pu expliquer sur le terrain au responsable du chantier les spécificités de l'expérimentation, en lui remettant un plan d'installation.**

### Condition d'installation des plantations

Les techniques d'installation (travail du sol, densité de plantation) sont laissées à l'appréciation de l'expérimentateur, selon les itinéraires conseillés localement. Le principe est théoriquement d'utiliser les itinéraires globalement éprouvés localement en chêne sessile en chêne pubescent, sous condition de les renseigner précisément.

Un espacement minimum entre ligne de 3,5 m est toutefois préconisé, afin de faciliter les entretiens.

En cas de pression cynégétique, l'installation de protections adaptées est indispensable.

Dans le cas d'une **plantation en mélange**, il sera important de veiller à retenir des essences à croissance (notamment initiale) comparable, surtout dans le cas d'un mélange pied à pied. Le chêne pubescent devra rester l'essence principale (au moins 50% des plants), et faire partie des essences objectif de production. D'autres motifs sont également possibles : mélange par ligne, par bouquet...

## Surface de la placette de mesure

La placette de mesure devra intégrer à l'installation au moins 100 tiges. La surface variera donc selon la densité de plantation, et sera de l'ordre d'une dizaine d'ares. La surface est mesurée entre les milieux des interlignes.

Densité de plantation (N)	Surface minimale de la placette de mesure (S = 10 000 / N)
8 00	12 ares 50
1 000	10 ares
1 100	9 ares
1 200	8 ares 30
1 500	6 ares 70
1 600	6 ares 25
> 1600	6 ares

**Dans le cas d'un mélange, la surface de la placette de mesure devra comporter au moins 50 tiges pour toutes les essences sur lesquelles on souhaite des résultats fiables.**

Pour calculer la surface nécessaire, il faut donc de retenir la densité de l'essence la moins plantée dans la modalité (et sur laquelle on souhaite un suivi fiable), et d'utiliser le tableau ci-dessus en divisant par deux les résultats (ou formule  $S = 5\,000 / N$ ).

A noter que pour ce cas précis du mélange, il faut s'assurer que le pourcentage par essence dans la placette de mesure est équivalent au pourcentage dans un peuplement planté selon le même schéma. Cette précaution est importante dans le cas de mélanges par ligne ou par bouquets, pour lesquels la localisation de la placette de mesure peut fortement modifier la composition en essence dans l'échantillon de mesure.

Il est à noter que ces surfaces sont indiquées à minima, avec garantie d'un suivi de nombre d'arbres suffisant durant une trentaine d'années. Pour un suivi sur une durée proche de la révolution, la surface de mesure est plutôt de 50 ares pour le chêne, que la densité finale faible (60 t/ha) nécessite pour conserver 30 tiges suivies jusqu'à la fin de l'expérimentation.

Pour éviter des mesures trop fastidieuses les premières années, il peut être possible d'installer la placette de mesure avec les surfaces indiquées précédemment, puis lorsque le nombre d'arbres devient insuffisant, d'étendre la surface de mesure en utilisant la bande d'isolement pour suivre suffisamment d'arbres.

## Placette de traitement

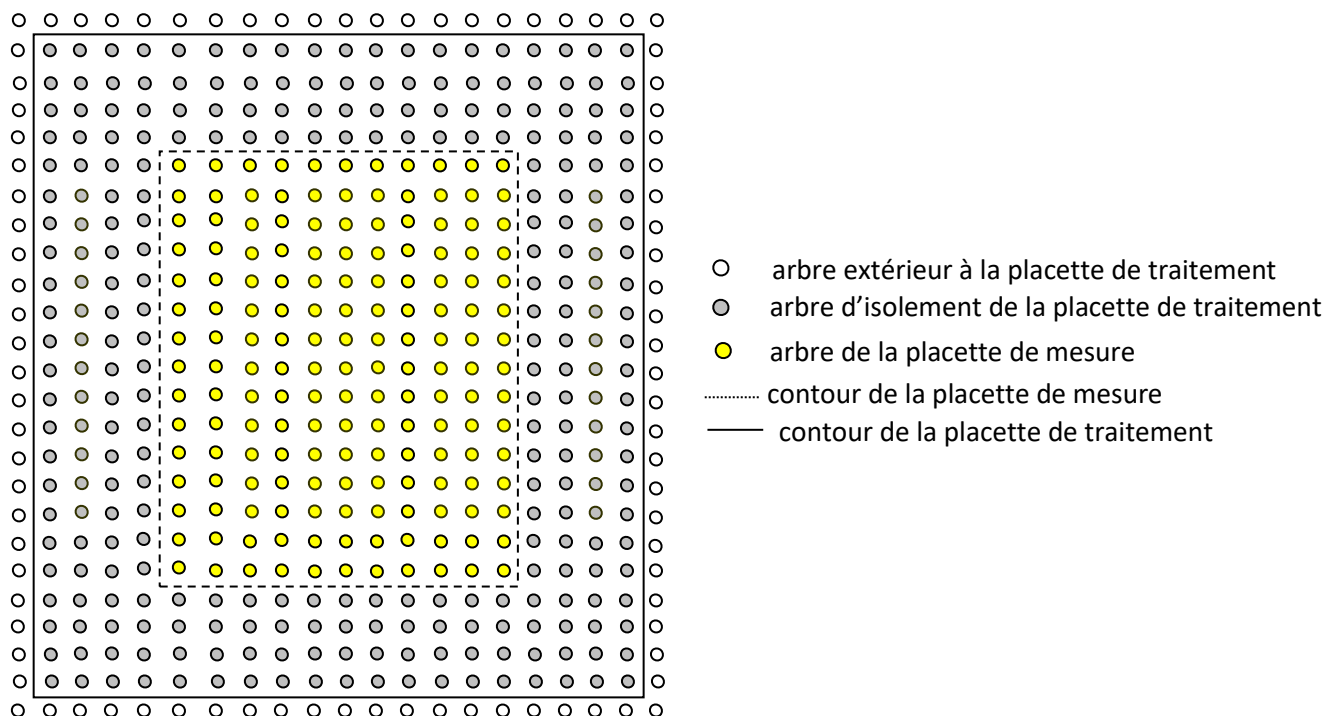
Chaque placette devra être entourée d'une bande d'isolement d'au moins 5 m de large, dans laquelle le même traitement sera réalisé, mais aucun arbre mesuré. L'ensemble de la placette de mesure et de l'isolement, appelé placette de traitement, sera de surface proche du double de la placette de mesure. Dans le cas d'une volonté de permettre un suivi plus long (proche de la révolution du peuplement), une placette de traitement de 50 ares sera privilégiée (voir encadré ci-dessus).

## Signalisations

Les angles de chaque placette de mesure sont matérialisés à l'aide de piquets. Leurs emplacements théoriques est l'interligne, mais pour éviter leur destruction lors de l'entretien des interlignes, ils sont déplacés sur la première et dernière ligne suivies.

Dans certains cas, la lisibilité de début et de fin de ligne est difficile (large espacement, végétation empêchant de visualiser l'alignement des deux piquets d'angle). Il peut être alors utile de matérialiser le début et la fin de chaque ligne, soit à l'aide de peinture sur les piquets de protection de gibier, d'étiquetage des premiers et derniers plants, ou à l'aide de petits piquets en bambous.

### *Schéma des placettes de traitement et de mesure*



Un plan détaillé des placettes de traitement et de mesure est établi, en indiquant notamment la position des lignes de plantations.

## IV. Mesure des plants à l'installation

---

### Echantillon mesuré et individualisation des plants

L'ensemble des plants de la placette de mesure seront mesurés. Chaque arbre sera individualisé à l'aide d'une numérotation, dans l'ordre du cheminement de mesure.

Chaque plant sera également localisé par une variable indiquant le numéro de ligne, et une variable indiquant le numéro de l'emplacement théorique (lié à l'écartement entre plants) sur la ligne.

Par convention, l'emplacement (1,1) sera toujours situé en bas à gauche du schéma de la placette de mesure.

Dans le cas d'un mélange d'essences, et de présence de protection individuelle non systématique, ces deux éléments seront bien entendu notés plant par plant (essence et présence de protection individuelle).

### Hauteur totale

La hauteur totale sera mesurée, en m au cm près. La hauteur est la distance verticale entre le sol et le plus haut bourgeon, sans redresser le plant. La mesure a lieu hors période de végétation.

L'idéal est d'utiliser les premières années une règle avec une graduation facilement lisible, outil facilement réalisable à partir d'une baguette en bois.



### Circonférence à 1,30 cm

La mesure de circonférence débute lorsque plus des  $\frac{3}{4}$  des arbres dépassent 10 cm de circonférence. Tous les arbres dépassant 1,30 m de hauteur sont alors mesurés en circonférence (et en hauteur une dernière fois). Tant qu'un arbre n'a pas atteint 1,30 m, sa hauteur totale est mesurée jusqu'à ce qu'au moins une année de mesure comporte à la fois la mesure de sa hauteur et celle de sa circonférence.

### Notation de problèmes phytosanitaires

La notation des problèmes sanitaires est réalisée comme proposée dans le « Guide de l'Expérimentation forestière »<sup>1</sup> et en annexe 3.

---

<sup>1</sup> Rosa et al, déc 2011, pages 97  
Protocole « Plantation », CONQueTh, mars 2021

## V. Archivage des données technico économiques

---

Les données technico-économiques seront archivées. Il s'agit notamment, des renseignements sur le matériel génétique (provenance, type de plants...), le type de matériel utilisé (travail du sol), les coûts et temps de travaux, coûts de fourniture.

## VI. Suivi

---

Le suivi de la hauteur des plants est effectué hors période de végétation, si possible une année de végétation après la plantation (pour enregistrer une reprise la première année), puis avec une périodicité de 2 à 3 ans. Une campagne de mesure peut toutefois être déclenchée l'hiver suivant une saison de végétation marquée par des évènements climatiques (ex : sécheresse).

Tant que les  $\frac{3}{4}$  des arbres n'ont pas dépassé 10 cm de circonférence à 1,30 m, tous les individus sont mesurés en hauteur. Passé ce stade, lorsqu'un arbre a toujours une hauteur inférieure à 1,30 m, sa hauteur totale est mesurée jusqu'à ce qu'au moins une année de mesure comporte à la fois la mesure de sa hauteur et celle de sa circonférence. Ensuite, notamment pour les placettes présentant un grand nombre de tiges (placettes de plus de 10 ares), les mesures de hauteur sont limitées à un échantillon de tiges couvrant au mieux la variabilité des circonférences.

L'état sanitaire sera relevé à chaque mesure.

La lecture sur le terrain des mesures précédentes permet d'éviter les erreurs, en corrigeant sur le terrain les aberrations.

## VII. Traitement de données au niveau de l'essai

---

En l'absence de répétitions, les traitements de données au niveau de l'essai resteront assez basiques. Il s'agira principalement de calcul de survie (par essence et modalité) les premières années, de la hauteur moyenne des arbres par essence, année et modalité. Les accroissements courants moyens sur la hauteur seront également calculés (toujours par année, essence et modalité) afin de déterminer le temps d'installation des plants, et de comparer les croissances initiales entre modalités et/ou essences.

Les variables qualitatives (notation de gourmands, houppiers) sont généralement traités sous la forme de fréquence de répartition (pourcentage de tiges selon la note, par année, essence et modalité).

Le croisement entre les notes qualitative et les valeurs mesurés (notamment circonférence, donc accroissements) sont également possibles, mais généralement le nombre d'arbres est insuffisant (nombre d'arbres par note, essence, modalité faible, donc moyennes peu significatives).

Au sein du réseau, les analyses statistiques peuvent être plus poussées grâce à la multiplicité des sites, et donc des effectifs cumulés supérieurs.



## VIII. Calendrier check-list

---

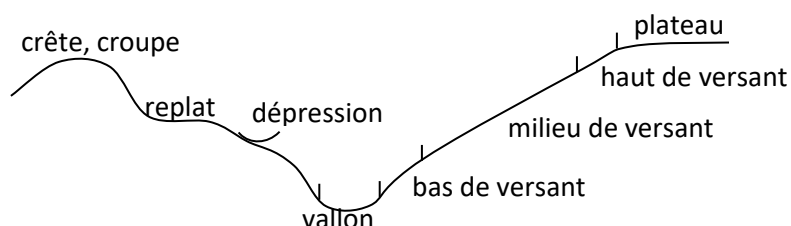
date	actions	
	Collecte des informations sur l'historique	
	Repérage de la zone d'accueil du dispositif, vérification de l'homogénéité du site, description de la station	
	Plan de localisation	
	Installation / matérialisation des placettes / Piquetage	
	Schéma d'installation	
Hiver n/n+1	Mesure de toutes les hauteurs et des problèmes phytosanitaires	
	Recueil des données technico économiques	
Hiver n+1 / n+2	Mesure de toutes les hauteurs et des problèmes phytosanitaires	
Tous les 2 à 3 années	Mesure de toutes les hauteurs et des problèmes phytosanitaires	

# Annexe 1 : Exemple de fiche descriptive des conditions stationnelles d'un dispositif

Identifiant de l'essai : \_\_\_\_\_ référentiel / coord GPS : \_\_\_\_\_  
 Auteur : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Position topographique

Pente : \_\_\_\_\_%  
 Confinement : \_\_\_\_\_%  
 Exposition : \_\_\_\_\_grades  
 Altitude : \_\_\_\_\_ m

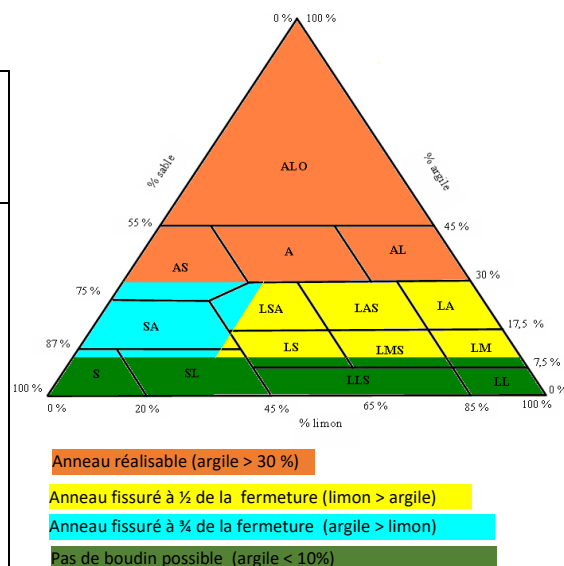


### Profil pédologique

Affleurement rocheux : \_\_\_\_\_  
 Type d'Humus : \_\_\_\_\_

pH à 10 cm de profondeur : \_\_\_\_\_

	Textures	Eléments grossiers (%)	Effervescence à HCL (dilué 10%) 1 : légère 2 : forte	Oxydation (rouille et/ou décoloration < 40%)	Pseudogley redoxisol (rouille et/ou décoloration >= 40%)	Gley reductisol niveau de la nappe
0						
20						
40						
60						
80						
100						



### Cause d'arrêt du sondage pédologique :

<input type="checkbox"/> : 1	<input type="checkbox"/> : 2	<input type="checkbox"/> : 3	<input type="checkbox"/> : 4	<input type="checkbox"/> : 5	<input type="checkbox"/> : 6
Dalle	Pierrosité	Compacité	Nappe phréatique	Volontaire	Autre : (à préciser)

Type de sol \_\_\_\_\_

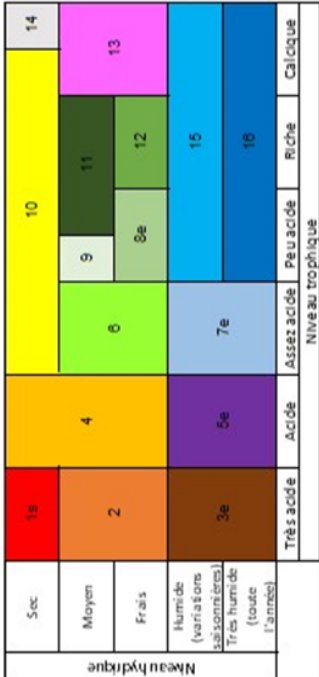
Niveau trophique estimé (flore) \_\_\_\_\_ Niveau hydrique estimé (flore) \_\_\_\_\_

Catalogue de station \_\_\_\_\_ Type du catalogue \_\_\_\_\_

Remarques :

# Annexe 2 : Exemple de fiche de relevé floristique

GE	nom vernaculaire	nom latin	nom vernaculaire	nom latin	nom vernaculaire	nom latin	GE	nom vernaculaire	nom latin	nom vernaculaire	nom latin
1	Blaie de cendrée	<i>Cirsium crenata</i>	nom latin	<i>Atrichum undulatum</i>	nom latin	<i>Allium ursinum</i>	12a	All des ours	<i>Allium ursinum</i>	15a	Angélique sauvage
2	Trèfle incarné	<i>Trifolium incarnatum</i>	Atrichum undulatum	nom latin	12b	Allaire	<i>Allaria officinalis</i>				
3	Quercus pyrenaïca	<i>Quercus pyrenaïca</i>	Carex flacca = flacca	nom latin	12c	Bardane	<i>Leontodon tataricus</i>	15b	Aulne glutineux	15c	Angelica sylvestris
4	Ricinus communis	<i>Ricinus communis</i>	Circaea lutetiana	nom latin	12d	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15d	Baldrier	15e	Alnus glutinosa
5	Camphre	<i>Camphora</i>	Cirsium discolor	nom latin	12e	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15f	Baldrier	15g	Phalaris arundinacea
6	Hibiscus	<i>Hibiscus</i>	Cirsium discolor	nom latin	12f	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15h	Cardamine des prés	15i	Cardamine pratensis
7	Platan	<i>Platanus</i>	Cirsium discolor	nom latin	12g	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15j	Cardamine officinale	15k	Symphytum officinale
8	Chêne pubescent	<i>Quercus pubescens</i>	Cirsium discolor	nom latin	12h	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15l	Conseil officielle	15m	Storach
9	Chêne	<i>Quercus</i>	Cirsium discolor	nom latin	12i	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15n	Conseil officielle	15o	Storach
10	Chêne	<i>Quercus</i>	Cirsium discolor	nom latin	12j	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15p	Douce anémone	15q	Eupatorium cannabinum
11	Chêne	<i>Quercus</i>	Cirsium discolor	nom latin	12k	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15r	Douce anémone	15s	Eupatorium cannabinum
12	Chêne	<i>Quercus</i>	Cirsium discolor	nom latin	12l	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15t	Douce anémone	15u	Eupatorium cannabinum
13	Chêne	<i>Quercus</i>	Cirsium discolor	nom latin	12m	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15v	Douce anémone	15w	Eupatorium cannabinum
14	Chêne	<i>Quercus</i>	Cirsium discolor	nom latin	12n	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15x	Douce anémone	15y	Eupatorium cannabinum
15	Chêne	<i>Quercus</i>	Cirsium discolor	nom latin	12o	Cardamine monticola	<i>Cardamine hirsuta</i>	15z	Douce anémone	16a	Eupatorium cannabinum



## Annexe 3 : Notation de problèmes sanitaires

La notation de problèmes sanitaires est souvent réalisée dans une colonne libre, appelée observation. Malheureusement, sans codage, ces informations deviennent inutilisables. Dans le cadre d'un réseau, le cadrage de cette information est indispensable si l'on juge que la donnée peut être utilisée. Dans le cadre d'une meilleure connaissance d'une essence, avec des tests dans des climats et sur des sols peu prospectés jusqu'alors, ce type d'information est indispensable, pour distinguer les problèmes biotiques des problèmes abiotiques.

La notation proposée est reprise du « Guide de l'Expérimentation », proposé par François-Xavier Saintonge (DSF), consultable en pages 97 à 101 du Guide, et résumé dans les deux tableaux suivants.

### Notation de l'organe affecté et du symptôme

La codification en 5 lettres est composée de la première lettre pour l'organe + 4 lettres pour le symptôme sur l'organe concerné.

Organe	Symptôme	Code
Feuilles ou aiguilles	consommation	FCONS
	changement de couleur (partielle, par tache ou totale)	FCOUL
	changement de forme (y compris réduction de taille)	FFORM
	manque (ou chute)	FMANQ
Bourgeon	Consommation	BOCON
	Dessèchement	BODES
Branches	Dessèchement (y compris galeries de sous-corticaux)	BMORT
	déformation (chancre, nécrose corticale...)	BDEFO
	écorçage	BECOR
	Manque (y compris bris)	BMANQ
Tronc	dessèchement (	TDESS
	déformation (chancre, nécrose corticale, fente...)	TDEFO
	Ecorçage (gibier)	TECOR
	Blessure (mécanique)	TBLES

### Notation de l'ampleur du symptôme décrit

La grille de quantification ci-dessous précise l'ampleur des symptômes décrits. Le principe est de ne noter un symptôme que si son intensité sur un arbre est supérieure ou égale à 2. Il reste bien évidemment possible de noter de façon optionnelle des symptômes à l'intensité plus faible (0 ou 1).

Note	0	1	2	3	4	5
<b>Intensité</b>	Absence ou trace	Légère	Assez forte	Forte	Très forte	Totale
<b>Fréquence</b>	Nulle ou très faible	Faible	Modérée	Importante	Très importante	Toute la partie notée est concernée
<b>Nombre</b>	0 à rares	Quelques à peu nombreux	Assez nombreux	Nombreux	Très nombreux	Total
<b>% équivalent (indicatif)</b>	0 à 5	6 à 25	26 à 50	51 à 75	76 à 95	96 à 100
<b>Fraction</b>	Absence ou trace	Moins de $\frac{1}{4}$	Entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{1}{2}$	Entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$	Plus de $\frac{3}{4}$	Totalité