

Forêt irrégulière école du Parc national de forêts

Etude « renouvellement »

III. Protocoles de mesure des dispositifs « renouvellement »

Table des matières

III. Protocoles de mesure des dispositifs « renouvellement »	1
Vocabulaire.....	2
A quoi vont servir les mesures ?.....	2
Partie 1 : Etat zéro	4
A. Réflexion, choix sur les techniques de mesure	4
B. Protocole de l'état zéro : version définitive	5
B-1/ Station.....	5
B-2/ Marquage de la trouée	6
B-3/ Peuplement autour de la trouée	8
B-4/ Contenu du dispositif.....	9
Partie 2. Mesures de luminosité	12
A. Réflexion, choix sur les techniques de mesure	12
B. Protocole de mesure	12
Partie 3. Mesures de suivi des trouées	13
A. caractéristiques de la trouée	13
B. Contenu de la trouée	13
B.1/ Régénération Naturelle : mesures dans la trouée.....	13
B.2/ Plantations : mesures dans la trouée	13
Référence bibliographique	15
Annexe 1 : Le densiomètre convexe	16
Annexe 2 : Liste du matériel	17
Annexe 3 : clef des stations	18
Annexe 4 : protocole de mesure de la densité de ronces	19
Matériel et méthode	19
Traitement des données	19
Annexe 6 : Liste des dispositifs RNFP	20

Vocabulaire

Site : trouée et le peuplement environnant.

Trouée : Elle est délimitée par les pieds des arbres de bordure.

Placette : surface où l'on réalise des mesures. Elle est délimitée par le lattis bois ou bien 4 piquets.

Dispositif : ensemble des placettes d'une trouée.

Semis cible : semis étiqueté, en faveur duquel on va travailler et qui sera suivi dans le temps.

Semis concurrents : semis autres que des semis cibles

Placeaux : petites surfaces au sein du dispositif. Un placeau peut être centré sur un semis cible ou non.

Mini-placeaux : Sous-placeau.

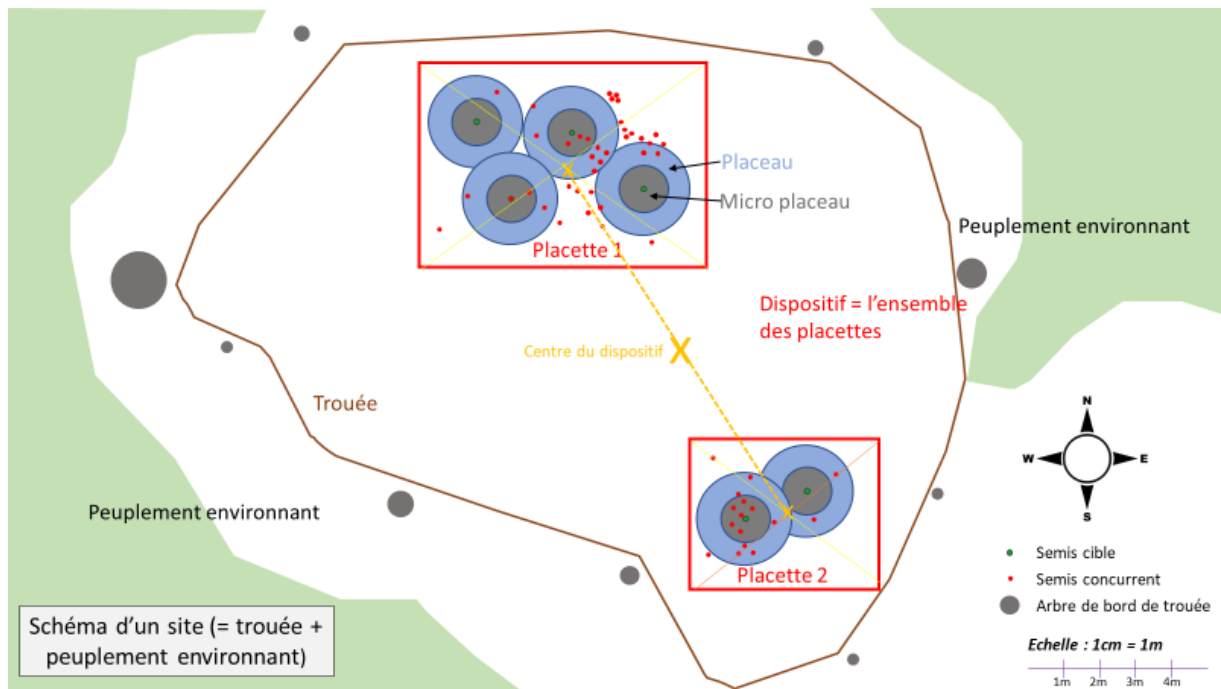


Figure 1: Vocabulaire pour décrire les dispositifs et leur environnement

Abréviations des types de dispositifs :

RN FP : Régénération naturelle de feuillus précieux en compétition avec le hêtre

RN CS : Régénération naturelle de chêne sessile en compétition avec le hêtre

RN A : Régénération naturelle de chêne sessile, érable sycomore et érable plane, sans compétition majeure avec le hêtre

P : Plantation

A quoi vont servir les mesures ?

1) Dispositifs de régénération naturelle de feuillus précieux en compétition avec du hêtre (RNFP)

Question posée : les semis « cibles » de feuillus précieux soumis à une concurrence de hêtres peuvent-ils en nombre suffisant se qualifier à un stade « gaulis » ($H > 3m$) ?

Variables permettant d'en juger : évolution de la hauteur des semis « cibles » et position relative de ces semis par rapport à la concurrence.

Modalités : on cherche à comparer les effets de trois intensités de travaux de dégagement (dont témoin), croisé avec le fait de protéger ou non contre les dégâts du gibier par lattis bois.

C'est dans cette série de dispositifs (feuillus précieux en compétition avec du hêtre) que les répétitions sont les plus nombreuses, pour essayer d'avoir une approche des causes pouvant aboutir à des différences de croissance entre les semis.

Par ailleurs, les coûts seront enregistrés pour aider à positionner économiquement chaque modalité par rapport à une autre.

→ **Type de mesures à prendre :** croissance des semis d'intérêt, degré de concurrence, abrutissement.

Les dégagements et la protection contre les ongulés ne seront pas les seuls facteurs explicatifs de la croissance différentielle des semis. Les conditions de luminosité, la station, le peuplement environnant, etc. sont susceptibles d'interférer malgré nos efforts pour essayer de limiter l'hétérogénéité entre les trouées. Des mesures complémentaires seront donc nécessaires.

→ **Types de mesures à prendre :** Station, lumière, structure du peuplement environnant, caractéristiques de la trouée.

2) Autres dispositifs de régénération naturelle

Les autres séries de dispositifs sont plus à vocation démonstrative ; en particulier la recherche des causes de croissance différentielle ne sera pas effectuée. La précision des mesures pourrait donc y être dégradée. Des mesures précises de lumière ne seraient pas utiles, car elles ne seraient pas facilement utilisables lors des démonstrations ni faciles à analyser.

3) Plantations

Deux cas de figure :

- Les plantations où différentes modalités de travaux sont testées (chêne pubescent, cormier). La compétition doit y être mesurée pour caractériser les deux niveaux de dégagement.
- Les autres plantations, où il est moins important de prendre des mesures de compétition, car il n'y a que 3 dispositifs par essence : les résultats ne pourront pas être analysés statistiquement. Ce qui nous intéresse, c'est surtout de savoir si les plantations ont fonctionné.

4) Plusieurs scénarios de niveaux de répétition de mesures et de travaux

Le projet FIE 1 s'achève fin Novembre et nous ne savons pas encore si la remesure des dispositifs pourra s'inscrire dans les actions d'un projet FIE 2 et donc quels seront les moyens disponibles.

Les mesures et les travaux sont coûteux. Les dispositifs n'auront pas besoin de travaux en même temps.

Néanmoins, nous prévoyons de repasser en mesure de suivi tous les deux ans, sur l'ensemble des dispositifs. Cette série de remesures aura lieu au printemps, et donnera lieu à une estimation de la part des opérateurs de l'importance de déclencher une phase de travaux dans cette trouée. Ce déclenchement de travaux sera ensuite validé par l'analyse des données de concurrence réalisées pendant les mesures de suivi.

- **Scénario minimal :** une tournée régulière serait effectuée pendant laquelle on déciderait où déclencher les travaux. Avant et/ou après les travaux, il y aurait une mesure des trouées.
- **Scénario optimal :** mesure des dispositifs tous les ans ou **tous les 2 ans** (à date fixe : Avril-Mai, après le débourrement) et travaux dans les dispositifs où c'est nécessaire, en Juillet. L'intérêt

est celui d'un suivi systématique des dispositifs facilitant les comparaisons et de permettre de déclencher des travaux sur des bases mesurées de compétition.

Option possible : le scénario peut être choisi différemment d'une série de dispositifs à l'autre.

Partie 1 : Etat zéro

A. Réflexion, choix sur les techniques de mesure

Période de mesure de l'état zéro :

Les mesures de l'état zéro se feront pendant la saison de végétation (Mai – Août).

Types de mesures :

- Les mesures concernant les caractéristiques de la trouée et son environnement
- Les mesures concernant les semis ou plants « cibles » et leur concurrence

Mesure à prendre des caractéristiques de la trouée et de son environnement :

Ces mesures seront prises lors de l'état zéro et certaines seront remesurées ensuite. Les mesures prises sur le peuplement environnant sont toujours insuffisantes, selon Catherine Collet (INRAE). A moins de relever la position des arbres, on ne peut pas tirer d'informations plus précises. Ce qui est important : faire une description du peuplement autour de la trouée qui permette une illustration documentée lors des formations.

Les données qui nous intéressent sont :

- Station
- Dimensions de la trouée (EQGB, diamètres)
- Date des interventions dans le peuplement, historique de la parcelle, ...
- Mesures issues des tours relascopiques : composition du peuplement alentour en essences, présence de feuillus précieux dans la couronne autour de la trouée → Type du peuplement, Taux de taillis, G.
- Luminosité dans la trouée
- Etablissement d'un plan du site et des implantations des placettes et placeaux.

Mesures de suivi des semis et plants et de la concurrence associée :

Deux types de méthodes peuvent être utilisés, selon la densité des semis d'intérêt dans les trouées : une méthode centrée sur des semis « cibles » ou une méthode de suivi systématique sur une surface fixe.

- Méthode de suivi sur une surface fixe :

Plusieurs placeaux à l'intérieur d'une trouée peuvent être repérés, et inventoriés en plein. L'intérêt est d'en déduire une densité moyenne de semis dans le dispositif, si celle-ci est suffisamment homogène et s'il y a un taux d'échantillonnage suffisant. Cela permet aussi de suivre l'apparition de nouveaux semis. Cette méthode est a priori plus appropriée pour le suivi de l'état général des plantations et éventuellement sur les dispositifs RNA et RNCS car d'après nos prospections, le contenu des trouées est trop hétérogène pour que ces « densités » soient significatives quant à la concurrence exercée sur des semis « cibles ».

- Méthode centrée sur des semis « cibles » :

Pour chaque semis cible, un indicateur de compétition devrait être créé. Il peut être soit la somme des hauteurs des espèces compétitrices dans un rayon fixé autour du semis cible, soit la somme de leurs diamètres au collet. Toutes les essences ligneuses seront prises en compte pour la compétition : hêtre,

troène, cornouiller, aubépine, ... Toutes ces essences n'ont pas le même pouvoir compétiteur, il faudra donc pondérer le poids de la compétition selon les essences.

Pour les dispositifs dans lesquels nous voulons avoir des mesures précises de la concurrence (RNFP et éventuellement RNA et RNCS), il a été choisi de mesurer les hauteurs de chaque semis cible et de toutes les tiges ligneuses dans un plateau de rayon d'1 m autour de chaque semis cible ou de 50 cm si les semis et la concurrence du plateau de rayon 1m font moins de 70 cm.

Nous ne comptabiliserons que les tiges qui mesurent plus de des deux tiers de la hauteur du semis cible, car les autres exercent une compétition bien moindre en ce qui concerne la lumière.

Repérage des trouées et marquage des semis :

Chaque trouée doit être visible de loin. Cela permettra d'y faire des travaux aux bons moments. Cela permettra également de repérer les trouées lors du prochain passage en martelage, 6 à 8 ans après leur mise en place. Les trouées qui n'ont pas de lattis bois seront les plus difficiles à trouver : il faut faire un marquage durable de ces trouées.

Si un suivi individuel des semis cibles est réalisé, il ne faut pas oublier que le suivi se fera sur 10 ans avec certains dispositifs sans protections ni travaux. Il faut trouver un moyen de repérer durablement ces semis. Sur tous les dispositifs, on accrochera aux semis cibles des étiquettes numérotées qui seront renouvelées lors des phases de mesures si nécessaire. Un azimut et une distance à un point de repère fixe sera également pris.

B. Protocole de l'état zéro : version définitive

B-1/ Station

Se positionner à proximité de la placette, hors cloisonnement ou traîne de débardage.

Creuser une fosse pédologique à la pioche, jusqu'à être bloqué (taux d'éléments grossiers trop important, dalle ...)

Faire une **description complète du sol** avec ces caractéristiques : Profondeur de décarbonatation du sol, profondeur de la dalle, texture et %d'éléments grossiers de chaque horizon.

Puis, déterminer la station, selon l'ancienne clé (Clé de détermination des stations forestières des plateaux calcaires de Champagne-Ardenne, du nord et de l'est de la Bourgogne (*d'après Milard et al. 2004 ; modifié Lebourgeois oct. 2012*)) et selon la nouvelle clé (nouveau catalogue en cours de rédaction : guide de station pour les plateaux calcaires).

Les stations seront forcément sur le plateau (pente < 10%, et pas en fond de vallon).

Elles doivent être proches de la station US2A : hêtraie chênaie charmaie sur argile de décarbonatation peu épaisse de plateau (épaisseur de 25 à 40 cm)

Il est possible de trouver aussi :

US2B : épaisseur < 25 cm

US3 : épaisseur > 40 cm

La trouée sera éliminée de la sélection si :

- Le sol a plus de 50 cm de profondeur prospectable à la pioche
 - o S'il y a on trouve un profondeur de moins de 60cm, on refait une fosse à la pioche un peu plus loin car il peut s'agir d'une micro station
- Il y a blocage à la pioche à moins de 20 cm (situation qui devrait être rare, hors lapiaz).
Attention, si un de ces deux cas se présente, on refera un trou à la pioche à quelques mètres pour « s'assurer » qu'on est bien sur la mauvaise station, et qu'il faut bel et bien éliminer la trouée. On notera le cas échéant que l'on a creusé deux fosses.

Mesurer la **hauteur totale des 2 GB ou TGB** de hêtre ou chênes les plus proches du centre de la placette. Si absence de GB, prendre des BM.

(voir *Tableau 1: Catégories de grosseur de bois, ci-dessous*).

Tableau 1: Catégories de grosseur de bois

	Classes de diamètres (cm)
Petits Bois (PB)	20-25
Bois Moyens (BM)	30-45
Gros Bois (GB)	50-65
Très Gros Bois (TGB)	70 et +

B-2/ Marquage de la trouée

1) Travaux spécifiques pour homogénéiser les trouées

Des travaux légers peuvent être utiles dans de rares trouées pour les « homogénéiser ».

Par exemple, s'il y a un bouquet de taillis ou un petit arbre de valeur d'avenir nulle (+ essence répandue dans la forêt) à côté d'une zone de semis cibles, cela pourrait influencer les résultats sans vraiment pouvoir en faire une situation type.

Les travaux seront réalisés pendant l'état zéro : couper rez-terre l'ensemble des tiges des cépées gênantes ou la tige gênante. Les tiges coupées seront positionnées et décrites qualitativement (essence, hauteur, nombre) sur le schéma du site (voir 4) ci-dessous).

Si toutefois une tige à marquer était trop grosse, elle marquée à la peinture orange « à couper » et coupée lors de l'installation des dispositifs. A ce moment-là, il faudra noter dans la feuille de mesure que cette tige existe, afin d'en informer les ouvriers qui seront amenés à réaliser les travaux.

Note : Si présence d'un GB ou BM, cela n'est pas gênant. Il peut être inclus dans la zone protégée. Le lattis bois se démonte facilement et n'empêchera pas l'exploitation potentielle du bois.

2) Délimitation des placettes dans le site

Installer 4 piquets pour marquer les angles de la placette. Ces piquets en châtaignier de 1,5m de hauteur au-dessus du sol seront peints à leurs sommets en blanc.

Dans le cas d'une trouée protégée, les angles de la placette seront matérialisés par des petits piquets, retirés au moment de l'installation du lattis. C'est alors le lattis qui délimitera la placette.

Centre de la placette :

Le centre de la placette se situe à l'intersection des diagonales, formées par les angles positionnés préalablement. Positionner le centre de la placette, matérialisé par un fer à béton enfoncé dans le sol, surmonté d'un piquet analogue aux piquets d'angles. Ce piquet portera la numérotation du site.

Numérotation du site :

Lettre de vocation de la trouée (<i>P : Plantation, FP : régénération naturelle de feuillus précieux / CS : RN de chênes sessiles / A : Régénération naturelle autre</i>) + Numéro de la trouée (<i>de 1 à 55</i>) + travaux à réaliser (<i>C : travaux par cassage, T : dégagement « traditionnel », 0 : sans travaux</i>)

Si un dispositif de régénération naturelle possède plusieurs taches de semis à favoriser, ou une tache qui est séparée par un cloisonnement, le dispositif sera composé de plusieurs placettes. Il faudra alors matérialiser le centre de chaque placette. Les placettes seront numérotées : celle la plus au Nord sera la n°1. Le numéro de chaque placette sera ajouté sur le piquet avec le numéro du site.

Nota : après l'installation des dispositifs, nous pouvons dire que nous ne sommes pas tombés sur ce cas de figure : une seule placette à été réalisée par dispositif

Position des coins de la placette :

Noter la distance entre chaque piquet marquant un coin de la placette et le centre de la placette. Prendre l'azimut de chaque piquet depuis le centre de la placette.

Centre du dispositif :

Le centre du dispositif est le centre de la plantation, le centre de la placette ou pour les trouées avec deux placettes, le milieu entre les centres des deux placettes. (Voir Figure 2: Vocabulaire pour décrire les dispositifs et leur environnement). Un relevé GPS sera effectué au niveau de ce centre.

➔ Où positionner les limites des placettes à planter ?

Il y a plusieurs niveaux de critères pour positionner la zone de plantation.

Critères stricts :

- Hors zone de lapiaz
- Hors cloisonnement

Critères à respecter le plus possible :

- A plus d'1m50 d'un cloisonnement
- A plus de 3m de la bordure de la trouée
- A plus de 3m des taillis/cônes de hêtre
- Loin des arbres bio qui risquent de tomber et de casser les dispositifs

Par défaut, si tous les autres critères sont vérifiés : à 5m vers le Nord Est du centre estimé de la trouée.

Tableau 2 : Surfaces à matérialiser pour les différentes plantations

	Nbr plants par trouée	Espace entre plants	Surf plants	Surf lattis bois
Chêne pubescent et sessile	12	1m x 1m	2m x 3m	4m x 5m
Cormier	9	3m x 3m*	6m x 6m	8m x 8m
Poirier et Erable à feuille d'Obier	12	2m x 2m	4m x 6m	6m x 8m

*2 x 2 ou 2,5 x 2,5 est peut-être mieux en l'absence de bourrage (Voir la partie « schéma de plantation » dans le document IV. Travaux, pour les discussions sur l'espacement entre les plants).

➔ Où positionner les limites des placettes des dispositifs régénération naturelle ?

Sélection des semis cibles et délimitation de la placette :

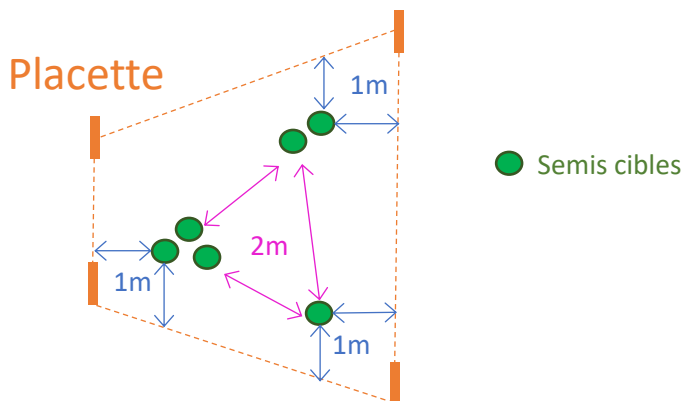
Les semis marqués seront ceux en faveur desquels on travaillera, au moins au début. Il faudra peut-être faire des choix entre les semis présélectionnés initialement au cours des travaux de dégagement dans les années à venir (voir IV. Travaux).

Dans les cas où on a le choix, on sélectionnera les semis selon les préférences suivantes :

- 5 à 10 semis (+ dans le cas des semis de chêne).
- Semis hors cloisonnements et zones de lapiaz.
- Les rejets de souche ne seront pas sélectionnés, mais les dragons peuvent l'être.

- Distance des semis les uns par rapport aux autres suffisamment grande : il faut minimum 3 semis/groupes de semis dans la trouée séparés de 2m chacun.
- Qualité et taille des semis : favoriser les plus droits/moins abroustis et les plus grands.
- Essence des semis : favoriser les essences les plus rares (alisiers blancs, grands chênes sessiles, érables plane) à l'échelle de l'ensemble des dispositifs.
- Favoriser la diversité d'essences au sein de chaque dispositif.
- Position des semis dans la trouée : favoriser ceux vers le centre de la trouée ou là où il y aurait de la place pour un futur gros bois (GB).

Les limites de la placette seront implantées de façon à avoir au moins 1m entre les semis cibles et ces limites. (voir schéma ci-dessous). Cela sera également le cas pour les lattis bois, qui suivront les limites de la placette. Dans la limite du possible, la taille maximum du périmètre du lattis bois ne devra pas dépasser 30 mètres.



3) Visibilité de la trouée

Des points de peinture blanche seront peints sur des arbres situés à environ 10m à l'intérieur du peuplement autour de la trouée, de façon à la rendre visible pour des marteleurs. Les points seront tournés vers l'extérieur de la trouée.

4) Schéma du site

Dessiner un schéma de chaque site.

Y inscrire :

- Le Nord en haut du dessin
- Limites de la trouée, arbres en bordure de trouée éventuellement
- Arbres éventuellement à l'intérieur de la trouée
- Travaux réalisés lors de l'état zéro (hauteur, essence, position des tiges coupées)
- Position du dispositif
- Cloisonnement

B-3/ Peuplement autour de la trouée

Les mesures de peuplement environnant ont pour but d'avoir des données sur sa structure, sa composition en essences, le taux de taillis et de caractériser l'effet masque qu'il engendre sur le dispositif.

Protocole retenu

- Réaliser 4 demi-tours d'horizons relascopiques, au facteur 1 pour les arbres à partir de la classe de diamètre 20 et au facteur 0,5 pour les perches et le taillis (classes 10 et 15). Pour ces tours

d'horizons, se situer aux 4 points cardinaux, en partant du centre du dispositif. Se positionner à chaque fois 2m derrière la lisière, vers l'intérieur du peuplement, pour ne pas prendre une partie de la trouée dans le tour relascopique. La lisière est formée par la ligne reliant les pieds des arbres dont le houppier forme la limite de la trouée.

- Mesurer les distances entre le centre du dispositif et les centres des tours d'horizon relascopiques
- A chacun des 4 points, chercher à la boussole les limites du demi-cercle dans lequel s'effectuera le tour relascopique (positionner l'est et l'ouest lorsqu'on est au nord ou au sud). Mesurer au facteur 1 (encoche relascopique 2%) la surface terrière par **essence** et par **catégorie de grosseur de bois** (voir Tableau 1), pour toutes les tiges dont le diamètre à 1m30 est $\geq 17,5$ cm. Procéder de même avec un **facteur 0,5** pour les perches et le **taillis** (classes 10 et 15).
- Si en s'éloignant de la trouée on arrive à la lisière du peuplement et qu'il y a une piste, un champ, ou une autre forêt (douglas, ou autre parcelle de feuillus, traitée différemment), effectuer le tour relascopique en précisant que cette mesure n'est pas comparable aux autres mesures d'horizon relascopique. Cette précision ne concerne pas les cloisonnements d'exploitations.
- A chaque point de mesure de la surface terrière, estimer le recouvrement de la strate arbustive (entre 2m et 10m de haut), sur le même demi-cercle que précédemment, sur un rayon de 10m.

La luminosité reçue dans les dispositifs sera mesurée lors d'une phase spécifique, en été : voir Partie 2 pour le protocole.

B-4/ Contenu du dispositif

Selon le but du dispositif (déterminé lors de la prospection de trouées), l'un des 4 protocoles suivants sera appliqué.

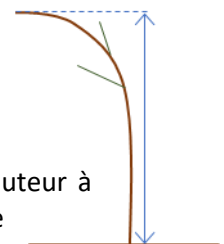
Protocole 1 : Régénération naturelle de feuillus précieux en compétition avec le hêtre (RNFP)

• Repérage et marquage des semis-cibles

Repérer et marquer avec des étiquettes en aluminium numérotées les semis à favoriser au sein des placettes. Positionner les étiquettes de façon lâche au ras du sol ou bien sur une branche. Le fil de fer attachant l'étiquette ne doit pas étrangler le semi lorsqu'il poussera, mais doit tenir jusqu'à la remesure suivante. Les critères généraux pour sélectionner les semis sont décrits en B-1/. Pour les dispositifs RNFP, on suivra minimum 5 alisiers et érables. Comme les semis de chêne sessile ne sont pas l'objet principal de ces dispositifs, seuls les chênes sessiles de plus de 35 cm pourront être suivis dans ces dispositifs.

• Mesure des semis cibles

- Distance et Azimut depuis le semis vers le centre de la placette
- Essence
- Hauteur (cm) collet-bourgeon terminal. Si le semis est penché, prendre la hauteur à l'aplomb du collet (Voir figure ci-contre : on ne redresse pas le semi pour le mesurer). Remarque : les mesures vont être faites en juin, les semis auront déjà fait un petit accroissement, on prendra donc la hauteur à la base de cet accroissement de l'année. On prendra également la hauteur de la pousse de l'année (hauteur « réelle ») qui peut justifier du choix d'un semis. La mesure est arrondie au cm le plus proche. Si 0,5 exactement, on arrondit au cm supérieur.
- Abroustissement récent (abroustissement de l'année ou de celle d'avant), (1/0).
- État (bon état/tordu/partiellement desséché/mal conformé).



Num trouée	Num placette	Num semis	Distance	Azimut	Essence	H semis	H réelle	Abroutissement an	Etat

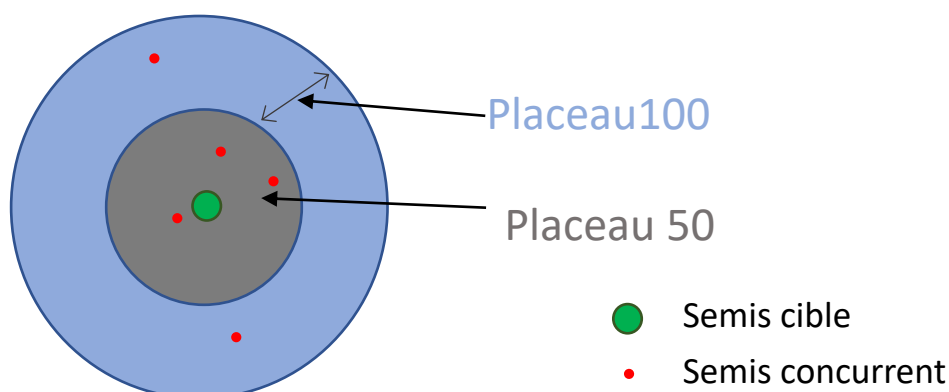
- **Mesure de la concurrence autour de chaque semis cible**

Mesurer la hauteur des semis ligneux (Camérisier, aubépine, troène, cornouiller, Noisetier, charme, hêtre, feuillus précieux, chênes...) qui font plus du 2/3 de la hauteur du semis cible, dans un rayon d'1 m autour de chaque semis cible. La hauteur sera prise entre le collet et le bourgeon terminal. Si le semis est penché, prendre la hauteur à l'aplomb du collet.

De même que pour le semis cible : les mesures vont être faites en juin, les semis auront déjà fait un petit accroissement, on prend donc la hauteur à la base de cet accroissement de l'année, et les concurrents ne seront pas redressés pour être mesurés.

Noter s'ils sont dans le mini placeau le plus proche du semis (rayon de 50cm) ou dans le placeau de rayon d'1m.

Si les semis et la concurrence font moins de 70cm dans le rayon d'1m, les mesures ne seront prises que dans un rayon de 50 cm. Les mesures de hauteur seront prises par classe de 5cm. Par exemple la classe 25 comporte les semis de 22,5 à 27,5cm.



Pour la ronce, noter sa hauteur moyenne sur le placeau d'1m autour du semis-cible et son couvert (0 à 25%, 25 à 50%, 50 à 75% et 75% à 100%).

Exemple de saisie :

Num_trouee	Semis_cible	Classe hauteur	Couvert Ronce	Nb concurrent	Essence	placeau
1	1	25		3	Hetre	50
1	1	95		1	Noisetier	50
1	1	25		2	Hetre	100
1	1	40	0 à 25%	1	Ronce	100
1	1	35		5	Hetre	100

- **Mesure de densité moyenne de semis au sein du dispositif**

Cette mesure peut éventuellement être prise en complément de la mesure de concurrence centrée sur les semis cibles.

Compter dans un placeau de rayon de 1,5m autour du centre de la placette le nombre de semis >10 cm, par classe de hauteur (classes de 50), et par essences.

S'il y a plusieurs placettes : faire cette mesure dans chacune des placettes.

Mesures d'abrouissage : Compter pour chaque essence le nombre de tiges abrouissées récemment (abrouissage de l'année ou de celle d'avant) et le nombre de semis visiblement très régulièrement abrouissés et donc déformés. Ce second critère a été fixé à au moins deux abrouissements anciens sur la tige principal, ayant altéré la forme du semi.

Pour la ronce, noter sa hauteur moyenne sur le placeau d'1,5m autour du centre de la placette, et son recouvrement (%)

Exemple de saisie :

N° Dispositif	N° placette	Essence	Recouvrement ronce %	Hauteur	Nombre semis	Abrouissement an	Abrouissement fort
1	1	Hêtre		10-50	8	1	0
1	1	Chêne		10-50	4	4	4
1	1	Erable		10-50	1	1	1
1	1	Hêtre		50-100	12	2	0
1	1	Ronce	40%	70			0

- **Remarque sur les travaux à venir**

Commenter chaque dispositif sur les besoins de travaux à y réaliser (oui/non ; voire 'oui-' « oui mais pas urgent »). Le but est de donner une liste de placettes dans lesquelles travailler, donc il ne faut pas (trop) laisser de place à l'hésitation.

Protocole 2 : Régénération naturelle de chêne sessile en compétition avec le hêtre (RNCS)

Les mesures dans les trouées RNCS sont a priori les mêmes que dans les trouées RNFP.

Les différences sont que lors du repérage et du marquage des semis cibles, il faudra sélectionner minimum 6 et idéalement 10 à 15 chênes sessiles. Mesures de hauteur et de qualité exactement les mêmes que pour RNFP

5 semis feront l'objet des mesures de concurrence. Ces 5 semis sont sélectionnés pour couvrir la placette de la manière la plus complète et homogène possible. Il ne faut pas les sélectionner sur leur taille.

Protocole 3 : Régénération naturelle de chêne sessile, érable sycomore et érable plane, sans compétition majeure avec le hêtre (RNA)

Les mesures dans les trouées RNA sont a priori les mêmes que dans les trouées RNFP.

Les différences sont que lors du repérage et du marquage des semis cibles, il faudra suivre :

- Dans les trouées avec des semis de chêne, minimum 6 et idéalement 10 à 15 chênes sessiles
- Dans les trouées avec des érables, 5 à 10 érables, chênes et autres feuillus précieux.
 - Si moins de 6 chênes ou 5 érables, on ne prend pas la trouée

Si les mesures des dispositifs RN Feuillus Précieux ont pris trop de temps, ce protocole sera dégradé, par exemple en supprimant les mesures de concurrence centrées sur les semis cibles.

Protocole 4 : Plantation (P)

Note : Les plantations ne seront pas encore réalisées lors de l'état 0 dans les trouées Plantation.

Mesurer dans un plateau de rayon de 2 m autour du centre de la placette le nombre de semis >10 cm, par classe de hauteur (classes de 50), et par essences.

Mesures d'abrutissement : Compter pour chaque essence le nombre de tiges abruties récemment (abrutissement de l'année ou de celle d'avant) et le nombre de semis visiblement très régulièrement abrutis et donc déformés.

Remarque : on a retenu beaucoup de trouées recouvertes de ronce. Un protocole innovant sera essayé à cette occasion : Estimation du couvert de ronce par points de contact (BALANDIER P. et al, 2013). Voir Annexe 4 : protocole de mesure de la densité de ronces

- **Remarque sur les travaux à venir**

Commenter chaque dispositif sur les besoins de travaux à y réaliser (oui/non ; voire 'oui-' « oui mais pas urgent »). Le but est de donner une liste de placettes dans lesquelles travailler, donc il ne faut pas (trop) laisser de place à l'hésitation.

Partie 2. Mesures de luminosité

A. Réflexion, choix sur les techniques de mesure

Une discussion a eu lieu sur les outils à utiliser pour prendre des mesures de luminosité. Il faut un compromis entre la qualité de la prise de mesure et le temps que cela prend. 2 systèmes ont été retenus pour cette mesure.

→ Les photos hémisphériques. C'est la méthode la plus standardisée. Pour prendre ces photos, il faut un ciel homogène et pas trop d'éclairement. Cette méthode permet de mesurer un couvert et un éclairement relatif.

→ Le densiomètre, moins précis, est plus simple à utiliser que des photos hémisphériques.

Il a été décidé **d'utiliser un densiomètre**, car nos dispositifs ne sont pas suffisamment contrôlés et homogènes pour que les photos hémisphériques soient utiles.

B. Protocole de mesure

Mesurer l'éclairement quand il y a des feuilles (15 juin-fin août). Utiliser un densiomètre (SE PROCURER UN DENSIOMETRE D'ICI LA -> voir INRAE C. Collet) pour mesurer la luminosité au centre de la trouée. Le densiomètre est présenté en annexe 1.

Utilisation du densiomètre :

Tenir l'appareil à une distance comprise entre 45 et 55 cm par rapport à la hauteur totale de l'opérateur, imaginer dans chaque carré 4 points et compter le nombre de points exempts de végétation (voir annexe 1).

Se positionner au centre du dispositif. Prendre 4 mesures dans les 4 directions (Nord, Sud, Est, Ouest). Si la végétation basse est plus haute que l'opérateur, on la voit dans le densiomètre. Le but étant de prendre l'ouverture de la canopée, il faut s'affranchir de cette végétation basse. Deux possibilités :

1. Le deuxième opérateur courbe les tiges qui gênent la lecture

- Si la première option n'est pas possible, se décaler du centre au point le plus proche où la lecture est possible. Prendre azimut et distance de ce point par rapport au centre (azimut pris du centre vers le point)

Partie 3. Mesures de suivi des trouées

A. caractéristiques de la trouée

Remesurer la luminosité et refaire les tours relascopiques à mi-parcours (environ au bout de 5 ans).
 -> on peut se poser la question pour le densiomètre : c'est un protocole très léger (environ 1min par mesure), qui est a priori assez peu robuste (on n'obtient jamais exactement la même mesure d'un opérateur à l'autre, mais on est à plus ou moins 3 points libre de couvert)

B. Contenu de la trouée

B.1/ Régénération Naturelle : mesures dans la trouée

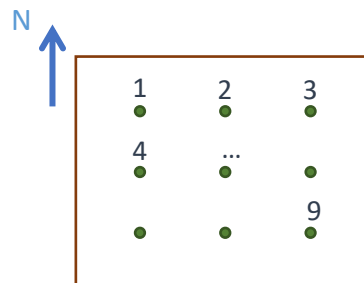
Voir les protocoles de mesures des semis cible et de la concurrence pour chaque dispositif, lors de l'état 0.

Les dispositifs seront entretenus lors des phases de mesure : si les étiquettes sont abimées, elles seront remplacées. La trouée sera re marquée par de la peinture autour, si celle-ci s'efface.

B.2/ Plantations : mesures dans la trouée

- Mesure n°1 (2021) : Etiquetage des plants**

Attacher des étiquettes en aluminium numérotées sur les plants. Positionner les étiquettes de façon lâche au ras du sol ou bien sur une branche. Le plant n° 1 est le plant le plus au Nord (voir schéma).



- Mesure des plants**

- Hauteur (cm).
- État (bon état /tordu/desséché/mort)
- Abrouissement sur les bourgeons de l'année (1/0)

Num_trouee	Num_semis	Essence	H_semis	Etat	Abrouit

- Mesure de la densité**

Idem mesures de densité état zéro

- Mesure de la concurrence**

Idem mesure de concurrence RNFP état zéro

Référence bibliographique

Philippe Balandier, André Marquier, Eric Casella, Andrea Kiewitt, Lluís Coll, Léon Wehrén, Ralph Harmer, Architecture, cover and light interception by bramble (*Rubus fruticosus*): a common understorey weed in temperate forests, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 86, Issue 1, January 2013, Pages 39–46, <https://doi.org/10.1093/forestry/cps066>

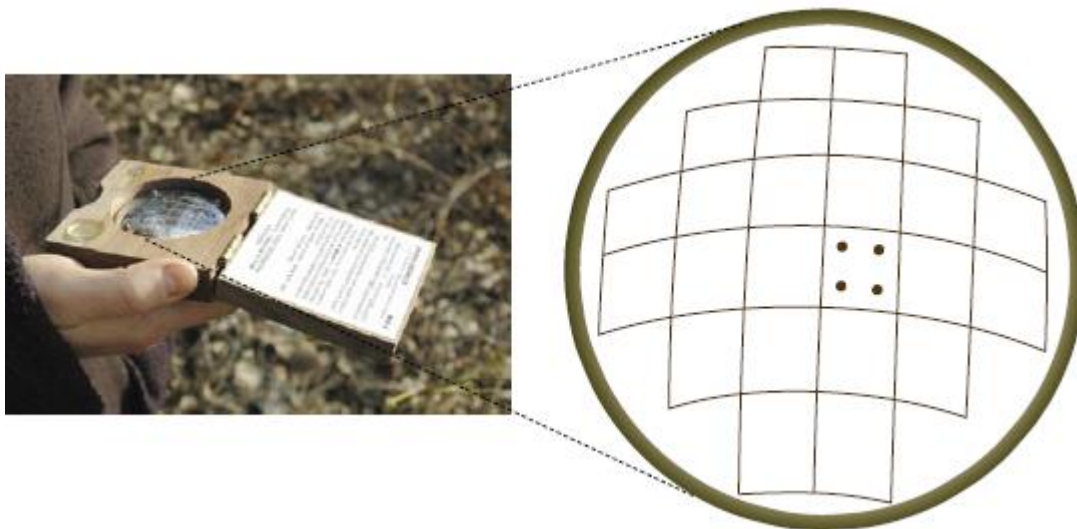
Annexe 1 : Le densiomètre convexe

D'après Forêt Wallone n°126 : *Mesurer l'ouverture du couvert et estimer la disponibilité en lumière en forêt feuillue au moyen du densiomètre convexe*

OLIVIER BAUDRY – CHARLOTTE CHARMETANT - CATHERINE COLLET – QUENTIN PONETTE

Lien vers l'article : [https://www.foretwallonne.be/images/stories/pdf/folder/fw126_17-28\[lumiere\].pdf](https://www.foretwallonne.be/images/stories/pdf/folder/fw126_17-28[lumiere].pdf)

Le densiomètre est composé d'un miroir fixé sur un cadre en bois de 7,5 cm de côté. Le miroir est convexe (modèle A) et divisé en une grille gravée de vingt-quatre carrés. Une nivelle permet de positionner l'appareil par rapport au plan horizontal



Utilisation : Tenir l'appareil à une distance comprise entre 45 et 55 cm par rapport à la hauteur totale de l'opérateur, imaginer dans chaque carré 4 points et compter le nombre de points exempts de végétation ; Le dénombrement des points libres de couvert nous donne un taux de couvert, traduisant l'ouverture de la trouée.

Se positionner au centre du dispositif. Prendre 4 mesures dans les 4 directions (Nord, Sud, Est, Ouest).

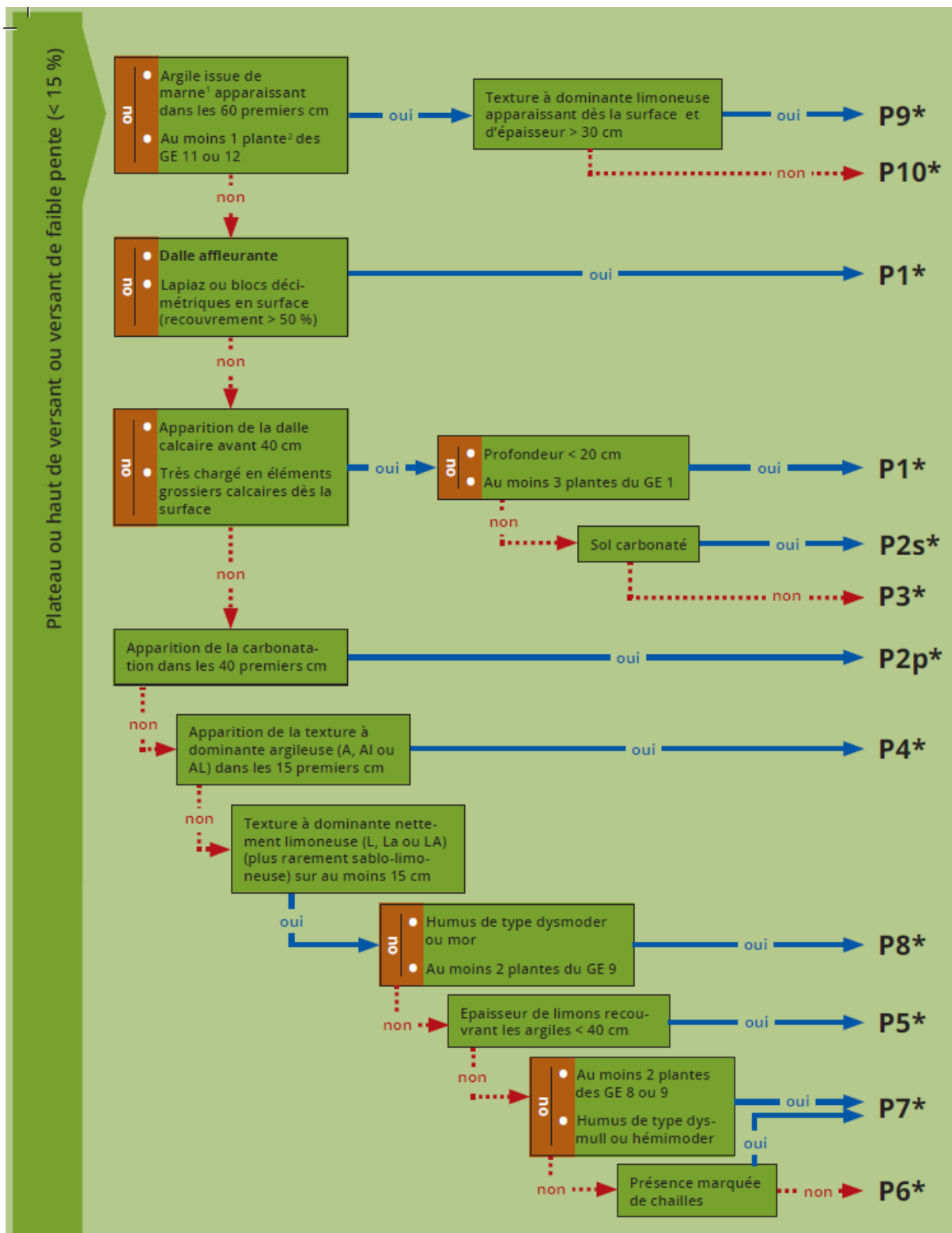
Annexe 2 : Liste du matériel

Boussole
Vertex
Mètre rigide
Densiomètre
Relascope facteurs 0,5 et 1
Compas ou rubans
Papier
crayon
Tablette bois
Tablette tactile
2 piges 1,5m graduées (1 tous les 5cm, 1 tous les 50cm)
chatterton
Acide chlorhydrique

Etiquettes alu
Fil de fer
Pince à couper le fer

Peinture blanche
Peinceau
Piquets châtaignier (sans protection : 5 ou 10, avec : 1 ou 2)
Piquets pin (avec protection : 4 ou 8, sans : 0)
Masse et massette
Fer à béton
Pioche
Scie

Annexe 3 : clef des stations

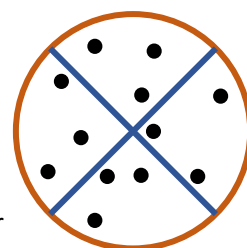


Annexe 4 : protocole de mesure de la densité de ronces

Pour caractériser la densité des ronciers, nous utilisons la technique des **points de contact**. Pour cela, 12 tiges filetées sont placées aléatoirement dans le mini-placeau central (1m de rayon, voir schéma en annexe). Les contacts entre les tiges filetées et la ronce sont dénombrés (contacts tiges, feuilles et fruits). A partir de là, nous pouvons calculer le Leaf Area Index (LAI) et la transmittance (T) grâce à des équations développées par Balandier et al. (2013).

Matériel et méthode

- Le mini placeau central (MPC) est divisée en 4, en matérialisant deux diamètres perpendiculaires avec deux tiges de bambou (pour faciliter la mise en œuvre et permettre une bonne exploration de l'espace à échantillonner).
- Pour chaque quart de MPC, l'opérateur se positionne contre le bord. Il lâche 3 fois la tige filetée de façon aléatoire (voir schéma ci-contre). Pour éviter de choisir l'emplacement du point de mesure, le regard de l'opérateur est tourné vers le haut lorsqu'il procède au lâcher des tiges.
- L'opérateur maintient la tige à la verticale (90° par rapport au sol), et compte le nombre de contacts entre les ronces et la tige de mesure



Il est possible de différencier les contacts avec des tiges, des feuilles ou des fruits, mais la faible précision supplémentaire apportée ne paraît pas nécessaire dans le cadre de notre travail

- Chaque contact est comptabilisé :

(1) si 2 folioles et le pétiole de la même feuille touchent la tige de mesure, 3 points de contact sont comptabilisés).

(2) si la tige de mesure est à l'aisselle d'une ramification et qu'elle touche à la fois l'axe principal et la ramification, 2 points de contact sont comptabilisés.

Traitement des données

On fait la somme de l'ensemble des points de contact comptés sur les 12 lâchés de tiges filetées du MPC.

On calcule ensuite le LAI à partir du nombre de points de contacts, **que l'on divise par 2**, car le protocole initial est prévu pour 6 lâchés de tige filetée.

La formule ci-contre nous donne le LAI, en m².

$$\text{LAI} = 0,096 \times \text{NbContacts} + 0,256$$

A partir de là, on peut calculer la transmittance (T en %) : qui correspond à la quantité de lumière qui passe à travers la ronce.

$$T = \exp(-1.457 \times \text{LAI})$$

Annexe 6 : Liste des dispositifs RNFP

Parcelle	Exploitation	Lieu	Num	Hdom	D_min	D_max	EQGB	H_moy_rn	Vocation	Compet	niv_qualite	semis	compet	autre	ess_princ	Selectio
2406	2016-2017	Ternat	3		9,5	35,5	1	100	RN FP	HETRE	moyenne	moyen	haute	isolé	er	oui
1005	2018-2019	Lamargelle	4		14,7	20,9	1	100	RN FP	HETRE	bonne	moyen	haute	0	mél	oui
1005	2018-2019	Lamargelle	7		20,5	25	1	60	RN FP	HETRE	bonne	bon	bonne	0	mél	oui
1518	2018-2019	Poinsenot	17		18	24	2	150	RN FP	HETRE	bonne	bon	haute	0	al	oui
1518	2018-2019	Poinsenot	22		14	16,9	1	200	RN FP	HETRE	bonne	bon	très haute	0	al	oui
843	2016-2017	Colmier le haut	27	25	13,7	21,2	1	90	RN FP	HETRE	bonne	bon	bonne	0	al	oui
843	2016-2017	Colmier le haut	29	24	10	34,5	2	140	RN FP	HETRE	moyenne	moyen	haute	0	al	oui
843	2016-2017	Colmier le haut	31		9	30	2	150	RN FP	HETRE	bonne	bon	haute	0	al	oui
843	2016-2017	Colmier le haut	33		12	16,8	1	60	RN FP	HETRE	bonne	bon	bonne	0	mél	oui
936	2016-2017	Germaines	35		13,7	23,6	1	150	RN FP	HETRE	moyenne	bon	haute	isolé	er	oui
1512	2018-2019	Poinsenot	36		18,8	20	1	40	RN FP	HETRE	moyenne	bon	peu	0	al	peut-être
1537	2016-2017	Poinsenot	39		13,4	18,2	1	80	RN FP	HETRE	bonne	moyen	bonne	0	al	oui
1537	2016-2017	Poinsenot	40		12,6	19,8	1	30	RN FP	HETRE	moyenne	bon	peu	0	er	oui
2309	2016-2017	Ste-Ruffine	44		14,5	16,8	1	120	RN FP	HETRE	moyenne	bon	bonne	0	er	oui
1538	2016-2017	Poinsenot	46		11	20,4	1	60	RN FP	HETRE	moyenne	moyen	bonne	0	al	oui
2830	2016-2017	Santenoge	49		10,2	22,5	1	40	RN FP	HETRE	moyenne	moyen	peu	0	er	oui
2830	2016-2017	Santenoge	51		19,7	20,8	1	30	RN FP	HETRE	bonne	bon	peu	0	al	oui
2831	2016-2017	Santenoge	52		18	26,5	1	120	RN FP	HETRE	bonne	bon	bonne	0	al	oui
2831	2016-2017	Santenoge	53		18,7	20,2	1	70	RN FP	HETRE	bonne	bon	bonne	0	er	oui
2831	2016-2017	Santenoge	58		16,2	16,3	1	80	RN FP	HETRE	bonne	bon	bonne	fermeture	er	oui
2828	2016-2017	Villars	62		12,8	24,3	1	50	RN FP	HETRE	moyenne	bon	bonne	0	al	oui
2828	2016-2017	Villars	66		24	28,7	2	40	RN FP	HETRE	moyenne	moyen	peu	0	er	oui
2828	2016-2017	Villars	69		14	23	1	70	RN FP	HETRE	bonne	bon	bon	0	al	oui
2829	2016-2017	Villars	71		18,5	18,7	1	50	RN FP	HETRE	bonne	bon	peu	0	er	oui
2829	2016-2017	Villars	75	22,5	13,7	15,6	1	60	RN FP	HETRE	moyenne	moyen	bon	0	er	oui