Guide pratique d'évaluation des dégâts en milieu forestier

Octobre 2009

J-Pierre HAMARD et Philippe BALLON

Unité de Recherche Écosystèmes Forestiers
Équipe Cervidés

Domaine des Barres
45 290 Nogent-sur-Vernisson

Guide pratique d'évaluation des dégâts en milieu forestier

Octobre 2009

TABLE DES MATIÈRES

1. Objectif 6
2. Caractéristiques des peuplements concernés 6
3. Identification de l'auteur des dommages sur les essences forestières 7
3.1. Critères d'identification des auteurs de l'abroutissement 7
3.2. Critères d'identification des dommages sur l'écorce (rongement, écorçage, frottis) 7
3.3. Autres dommages 8
4. Principe des inventaires 8
4.1. Présentation de la démarche 8
4.1.1. Définition de l'unité d'inventaire 8
4.1.2. Méthode employée 8
4.2. Période de mise en œuvre 8
5. Caractéristiques des méthodes d'échantillonnage 8
5.1. Cas des peuplements sensibles à l'abroutissement 9
5.1.1. Protocole ABR-PLA 9
5.1.2. Protocole ABR-RN1 9
5.1.3. Protocole ABR-LIG 9
5.2. Cas des peuplements sensibles à l'écorçage 9
5.2.1. Protocole ECO-GEN 9
5.2.2. Protocole ECO-POP 9
5.3. Synthèse des procédures d'échantillonnage 10
6. Élaboration des diagnostics 10
6.1. Notion de tige viable 10
6.1.1. Cas des tiges sensibles à l'abroutissement 10
6.1.2. Cas des tiges sensibles à l'écorçage 11
6.2. Principe d'élaboration des diagnostics 11
6.2.1. Paramètres sylvicoles 11
6.2.2. Caractérisation du diagnostic d'un peuplement 12
6.3. Procédures de calcul du diagnostic 13
6.3.1. Cas des peuplements sensibles à l'abroutissement 13
Démarche générale 13
Cas particulier des régénérations naturelles (ABR-RN1) 13
6.3.2. Cas des peuplements sensibles à l'écorçage 14
Démarche générale 14
Cas particulier des peupleraies (ECO-POP) 14
6.4. Présentation des résultats 14
6.4.1. Synthèse des informations 14
6.4.2. Représentations spatiales 15
7. Mise en pratique des procédures 16
7.1. Outils mis à disposition 16
7.1.1. Préambule 16
7.1.2. Notice explicative 16
7.1.3. Dossier de terrain 16
7.1.4. Utilitaire de saisie et d'analyse des données 16
7.1.5. Exemple de saisie et d'analyse des données 17
7.2. Marche à suivre 17
7.3. Formation des opérateurs 17
7.4. Préparation des inventaires de terrain 17
7.4.1. Généralités 17
7.4.2. Implantation du réseau de placettes 17
7.4.3. Cas particulier et remarques 18
7.5. Temps de mise en œuvre 18
8. Limites d'utilisation des outils de diagnostic 18

Pour en savoir plus 20
ANNEXE 1.1 - Référentiel photographique : l'abroutissement 23
ANNEXE 1.2 - Référentiel photographique : le frottis 24
ANNEXE 1.3 - Référentiel photographique : l'écorçage 25
ANNEXE 1.4 - Référentiel photographique : dégâts divers 26
ANNEXE 2 - Qualité sylvicole des tiges observées 27
ANNEXE 3 - Triangle des diagnostics "peuplement" 28
ANNEXE 4 - Modèles prédictifs appliqués à l'étude des régénérations naturelles (ABR-RN1) 29
ANNEXE 5 - Origine des problèmes sylvicoles (ABR-PLA et ECO-POP) 31
ANNEXE 6 - Origine des problèmes sylvicoles (ABR-LIG, ABR-RN1 et ECO-GEN) 31
ANNEXE 7 - Architecture du CD-rom 32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Périodes de sensibilité des essences forestières aux différents types de dommages commis par les cervidés 6
Tableau 2 : Critères de distinction des auteurs de l'abroutissement (cervidés/rongeurs) 7
Tableau 3 : Principaux critères distinctifs de reconnaissance des types de dommages sur les tiges 7
Tableau 4 : Principales caractéristiques des cinq stratégies d'échantillonnages proposées 10
Tableau 5 : Identification de l'origine des problèmes pour les peuplements dont le diagnostic sylvicole est classé en "Pronostic incertain" ou "Avenir compromis" 12
Tableau 6 : Procédures d'élaboration des diagnostics sylvicoles pour les peuplements sensibles à l'abroutissement 13
Tableau 7 : Procédures d'élaboration des diagnostics sylvicoles pour les peuplements sensibles à l'écorçage 14

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schémas illustrant la notion de pousse dominante 10
Figure 2 : Exemple, pour un peuplement expertisé, de l'état standardisé des résultats produit par l'utilitaire de saisie et d'analyse des données. Six rubriques synthétisent les différentes étapes d'élaboration du diagnostic sylvicole 15
Figures 3 : Exemple de 2 représentations spatiales obtenues à l'aide de l'utilitaire de saisie et d'analyse des données. Chaque placette inventoriée est représentée par un pixel identifié par une abscisse et une ordonnée (48 placettes réalisées) 15
Figures 4 : Exemple d'implantation d'une grille d'échantillonnage systématique sur une parcelle de régénération naturelle cloisonnée. 18

CRÉDIT PHOTOGRAPHIQUE

Philippe Ballon : Page de couverture, 6, 7, 12, 13, 14, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 39, 41 - **Elsa Barrandon** : 31 - **Romain Gauget** : 5, 8, 20 - **J-Pierre Hamard** : 1, 2, 3, 4, 9, 11, 15, 16, 17,18 19, 22, 23, 24 ,32 ,33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42 - **Xavier Miss** : 10

1. Objectif

Avec l'augmentation de l'effectif des populations d'ongulés, les dommages sur certains peuplements forestiers tendent à se généraliser. Cependant, l'appréciation à leur juste valeur de l'impact de ces dégâts reste difficile à estimer.

Le présent document constitue un guide pratique d'évaluation des dégâts commis principalement par les cervidés en milieu forestier. Les outils proposés permettent d'identifier l'origine des dommages et de diagnostiquer leurs impacts sur le développement des peuplements forestiers. Ils ont pour finalité d'évaluer leurs incidences sur la possibilité d'atteindre les objectifs sylvicoles initialement envisagés pour le peuplement étudié. Contrôlés et validés, ces outils se substituent aux démarches utilisées dans le cadre de l'observatoire national des dégâts de cervidés en forêt de 1998 (Hamard, Ballon, 2003). Ils permettent en outre de formuler des diagnostics plus pertinents et plus précis sur la base de procédures standardisées d'analyse et de restitution des résultats.

L'échelle d'application de ces outils a été calibrée pour expertiser des peuplements forestiers homogènes et d'une surface, d'un seul tenant, inférieure à une dizaine d'hectares. La procédure de diagnostic, valable pour un peuplement donné, peut être étendue à l'échelle d'un massif forestier à d'autres entités sous réserve de répéter ces inventaires sur des peuplements de même nature. La réalisation simultanée de plusieurs expertises doit être, compte tenu de l'investissement à consentir, ciblée sur des peuplements pour lesquels pèse **une réelle incertitude**.

Les démarches présentées dans ce guide s'avèrent fondamentalement **différentes** mais **complémentaires** de celles proposées depuis une vingtaine d'année par les Indicateurs de Changement Écologiques (Morellet, 2008) pour gérer les populations de cervidés.

Ce guide concerne **exclusivement** le diagnostic sylvicole des peuplements traités en **futaie régulière,** que leur régénération soit obtenue par plantation ou par voie naturelle. Dans le cas de la futaie irrégulière, dès lors qu'un suivi surfacique de la régénération couvre une aire d'au moins un hectare d'un seul tenant, les procédures d'inventaire restent, toutefois, envisageables.

Enfin, l'application de ce guide peut s'avérer utile dans le cas de la mise en œuvre du décret n°2008-259 du 14 mars 2008 relatif au plan de chasse, à la prévention et à l'indemnisation des dégâts sylvicoles. Ce décret prévoit la possibilité pour un propriétaire forestier de bénéficier d'une indemnisation par le bénéficiaire du pan de chasse sous certaines conditions. En cas de désaccord entre les 2 parties suite au constat contradictoire sur le terrain, l'application des méthodes proposées est de nature à apporter un élément de jugement objectif.

2. Caractéristiques des peuplements concernés

Les cervidés peuvent commettre plusieurs types d'atteintes :

- Les abroutissements (consommation de jeunes pousses)
- Les frottis (frottement des bois des mâles sur les tiges)
- Les écorçages (consommation d'écorce par le Cerf)

Les peuplements sensibles aux dégâts correspondent à des stades de développement bien définis. Les peuplements, en cours de régénération par voie naturelle ou par plantation, s'avèrent les plus sensibles aux abroutissements et aux frottis. Cette durée de sensibilité reste, toutefois, dépendante de la nature des essences et de leur croissance. Pour ce qui concerne les écorçages, les peuplements sensibles appartiennent au stade gaulis/bas perchis. Le tableau 1 présente, par type de dommage et par essence, les périodes de sensibilité des essences concernées.

	Nature des essences	Types de dommages		
		Abroutissement (Chevreuil < 1,5 m) (Cerf : hauteur < 2 m)	**Frottis** (Chevreuil : hauteur 50 cm à 1 m) (Cerf : hauteur 1 à 2 m)	**Écorçage** (Cerf uniquement)
Feuillus	Châtaignier	1 - 7 ans	3 - 5 ans	5 - 10 ans
	Chênes	3 - 15 ans	5 - 15 ans	
	Feuillus précieux	1 - 4 ans	2 - 4 ans	5 - 10 ans
	Hêtre	3 - 10 ans	5 - 10 ans	10 - 30 ans
	Peuplier	1 an	1 - 3 ans	4 - 10 ans
Résineux	Douglas	1 - 3 ans	2 - 6 ans	6 - 20 ans
	Epicéa commun	2 - 10 ans	3 - 5 ans	10 - 20 ans
	Pin maritime	1 - 3 ans	2 - 5 ans	4 - 10 ans
	Autres pins	1 - 5 ans	3 - 6 ans	4 - 12 ans
	Sapin pectiné	1 - 15 ans	5 - 15 ans	10 - 15 ans

Tableau 1 : Périodes de sensibilité des essences forestières aux différents types de dommages commis par les cervidés

Compte tenu de l'amplitude des périodes au cours desquelles les peuplements forestiers sont sensibles aux dommages, les évaluations des préjudices et de leurs conséquences seront d'autant plus pertinentes que **l'expertise des peuplements sera menée à la fin de leur période de vulnérabilité**. Pour les peuplements régénérés par voie naturelle, la pertinence des diagnostics et leur caractère irréversible restent subordonnés, par ailleurs, **à l'impossibilité d'obtenir de nouveaux semis par voie naturelle**.

3. Identification de l'auteur des dommages sur les essences forestières

Le succès d'une régénération forestière est sous la dépendance de nombreux facteurs d'ordre abiotiques (lumière, eau, éléments minéraux, …) et biotiques (parasites, rongeurs, ongulés, ...). De même des peuplements installés, susceptibles d'être écorcés, peuvent être altérés par d'autres espèces que les cervidés. Aussi, est-il indispensable d'identifier et de caractériser les principales sources de déprédation pour un peuplement donné.

3.1. Critères d'identification des auteurs de l'abroutissement

Pour ce qui concerne l'abroutissement, plusieurs critères permettent d'attribuer la paternité des dégâts à des ruminants, à des rongeurs ou à des lagomorphes (*cf*. tableau 2). La présence d'incisives chez les rongeurs et les lagomorphes à la mâchoire supérieure est à l'origine d'une section nette de la blessure occasionnée par l'abroutissement. *A contrario*, cette absence d'incisive sur le maxillaire supérieure se traduit chez les ruminants par des abroutissements identifiables en raison de leur aspect déchiqueté.

Signe distinctif	Ruminant	Lagomorphe - Rongeur
Surface de la blessure	Écrasée, déchiquettée, arrachée	Sectionnée ou rongée de proche en proche (présence de fines stries laissées par les incisives)
Angle de la blessure	Plat par rapport à l'axe vertical de la tige	Aigu (angle inférieur à 45° par rapport à la verticale)
Période d'abroutissement	Tout au long du cycle annuel avec selon les essences des pics soit en période de repos végétatif (résineux) soit en période de croissance (feuillus)	Principalement en période hivernale
Hauteur supérieure des abroutissements	Chevreuil, chamois et mouflon : 1,50 m Cerf : 2,00 m	Sous le sol : campagnol terrestre En surface : campagnol agreste, mulot sylvestre Jusqu'à 1,0 m de hauteur : campagnol roussâtre Jusqu'à 0,5 / 0,6 m de hauteur : lapin et lièvre
Intensité	Faible variabilité inter-annuelle	Forte variabilité inter-annuelle (années de pullulation des petits rongeurs)
Reliefs de repas	Non	Oui : extrémités de rameaux sectionnées

Tableau 2 : Critères de distinction des auteurs de l'abroutissement (cervidés/rongeurs)

3.2. Critères d'identification des dommages sur l'écorce (rongement, écorçage, frottis)

Les dommages provoqués par les mammifères sur l'écorce des jeunes arbres peuvent être d'origine alimentaire (rongement d'écorce, écorçage) ou liés à un comportement de marquage territorial (frottis par les mâles). Le tableau 3 résume les principaux critères de reconnaissance des types de dommages sur les tiges.

Signe distinctif	Rongement d'écorce	Écorçage	Frottis
Espèces animales	Lagomorphes (lapins, lièvres) Petits rongeurs (campagnols, mulots)	Cerf élaphe, cerf sika, mouflon, daim	Toutes espèces portant des bois ou des cornes
Epaisseur de l'écorce	Essences à écorce lisse (stade juvénile)	Essences à écorce lisse Essences à écorce épaisse (sensibles au stade juvénile)	Toutes épaisseurs
Branches latérales	Atteintes	Non atteintes	Dommages sur tiges principales **et** branches latérales
Blessure de la tige et circonférence atteinte	Présence de fines traces d'incisives - Petits rongeurs : largeur < 1 mm - Lagomorphes : largeur < 1,5 mm Annelation souvent complète	Présence fréquente de traces de dents - largeur des incisives 8 à 9 mm Absence de marque de cornes ou d'andouillers Blessure régulière aux bords lisses Annelation de la tige rare	Absence de trace de dents Marques de cornes ou d'andouillers Blessure irrégulière Présence de lambeaux d'écorces arrachées Annelation de la tige fréquente
Restes d'écorce au sol	Nombreux fragments d'écorce au sol	Écorce consommée d'où une présence de fragments au sol rare	Présence de fragments, de tiges ou d'écorces au sol (blessure fraîche)

Tableau 3 : Principaux critères distinctifs de reconnaissance des types de dommages sur les tiges

3.3. Autres dommages

De nombreuses atteintes peuvent affecter la survie des jeunes semis au stade de la régénération. Elles peuvent être liées à des facteurs abiotiques (gel, grêle, sécheresse, …) ou à des agents pathogènes (champignons, insectes, ...). De même, des jeunes arbres en âge d'être écorcés peuvent être endommagés par d'autres causes : blessures au pied par des engins de débardage, dépérissement suite à des accidents climatiques, attaques d'insectes (scolytes, …) ou de champignons (armillaire, …). Il est parfois difficile d'identifier l'origine du dépérissement car de nombreux parasites secondaires peuvent se développer sur des tiges préalablement affaiblies. Le recours à des guides de reconnaissance s'avère utile pour un premier diagnostic (Abgrall, Soutrenon, 1991). Au cas où des difficultés subsistent pour identifier l'auteur présumé des autres types de dommages, il est fortement conseillé de prendre l'attache du Département Santé des Forêts (Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche). En annexe 1, un référentiel photographique propose une illustration des principaux dommages susceptibles d'être rencontrés.

4. Principe des inventaires

4.1. Présentation de la démarche

4.1.1. Définition de l'unité d'inventaire

L'unité d'inventaire est une surface élémentaire d'**un seul tenant** dans laquelle les individus du peuplement à diagnostiquer se trouvent à un même stade de développement vis-à-vis des dégâts de cervidés. La surface élémentaire sur laquelle porte l'inventaire doit être comprise entre **1 et 10 hectares**. Au-delà de 10 hectares, il sera **impératif** de scinder le peuplement à inventorier en sous-unités.

4.1.2. Méthode employée

Afin d'éviter tout biais dans la localisation des observations, la méthode repose sur un **échantillonnage systématique** de l'ensemble de l'unité d'inventaire.

Suivant les cas exposés ci-après, l'échantillonnage des peuplements s'appuie sur des **placettes** de forme soit **circulaire** soit **linéaire**. Une exception concerne, toutefois, le cas particulier de l'écorçage des peupliers. L'étude des peupleraies repose, en effet, sur un inventaire **pied à pied** réalisé sur un échantillon de lignes de plantation.

La finalité des relevés a pour objectif de produire un diagnostic de l'avenir sylvicole du peuplement étudié. La méthode se propose de répondre, à l'échelle de l'unité d'inventaire, à la question suivante : Y-a-t'il suffisamment de semis, de plants ou de tiges **viables** pour atteindre l'objectif sylvicole assigné au peuplement ?

En présence de problèmes avérés, l'incidence effective des cervidés sur l'état du peuplement est évaluée et comparée à celle d'autres sources de perturbations. Le diagnostic émis repose sur la comparaison entre la densité de tiges préconisée par les normes sylvicoles en vigueur et le constat effectif de cette densité après diagnostic. La densité de tiges prise en considération concerne celle relative aux individus viables indispensables à la conduite sylvicole du peuplement.

4.2. Période de mise en œuvre

Suivant la nature des dommages (abroutissement, frottis, écorçage) et les modes de régénération, les périodes d'observations les plus favorables peuvent être différentes.

Pour ce qui concerne l'abroutissement, les relevés de terrain doivent être réalisés à l'automne ou au printemps. Dans le cas des régénérations naturelles de feuillus et plus particulièrement de chênes, l'époque ad hoc de réalisation des diagnostics coïncide avec **la fin de l'automne**, avant que les tiges observées ne soient totalement défeuillées. La marcescence des feuilles et les contrastes de couleurs facilitent le repérage des tiges à inventorier en les singularisant de la végétation environnante. Cette période se révèle donc la plus favorable pour obtenir une estimation fiable des densités de semis. Pour les résineux, la période favorable d'observation se situe en fin d'hiver avant débourrement. Le respect de cette consigne permet de mieux localiser les individus et de faciliter l'identification des dommages.

Pour ce qui concerne les écorçages, la période d'inventaire importe peu puisque les traces de dommages subsistent très longtemps sur les tiges.

5. Caractéristiques des méthodes d'échantillonnage

La réalisation des relevés s'appuie sur l'utilisation de protocoles adaptés aux cas étudiés. Les protocoles proposés ont pour ambition d'être utilisables dans toutes les situations de peuplements traités en **futaie régulière** ayant subi des

dommages par les cervidés. Cinq protocoles distincts ont été définis. Trois d'entre eux sont applicables au cas des peuplements sensibles à l'abroutissement ; ils peuvent, par ailleurs, prendre en compte les dégâts de frottis commis par le Chevreuil :

- Protocole **ABR-PLA** : cas des plantations
- Protocole **ABR-RN1** : cas des régénérations naturelles caractérisées par une essence "objectif" prédominante
- Protocole **ABR-LIG** : cas particulier des semis en ligne du Pin maritime

Les deux autres protocoles se réfèrent à l'étude de l'écorçage, voire du frottis réalisé par le Cerf :

- Protocole **ECO-GEN** : cas général
- Protocole **ECO-POP** : cas particulier des peupleraies

Ces cinq protocoles annulent et remplacent les protocoles mis au point dans le cadre de l'observatoire national des dégâts de cervidés en forêt (1998).

5.1. Cas des peuplements sensibles à l'abroutissement

5.1.1. Protocole ABR-PLA

Le cas des plantations se présente comme la situation la plus simple à analyser dans la mesure où la densité initiale de plants est connue et peut être facilement appréciée sur le terrain au moment de l'inventaire. L'unité élémentaire d'échantillonnage est constituée d'une placette linéaire de 10 plants ou emplacements (plants absents) consécutifs. À l'échelle de l'unité d'inventaire, **le nombre de placettes inventoriées doit s'élever au minimum à 40**.

5.1.2. Protocole ABR-RN1

Les régénérations naturelles se caractérisent par une forte hétérogénéité spatiale de la répartition des semis ainsi que par des hauteurs d'individus très variables. Aussi, la pression d'échantillonnage doit-elle être très élevée pour apprécier d'une part les niveaux de densités de semis et d'autre part la qualité sylvicole des semis (Hamard, 2008).

L'unité élémentaire d'échantillonnage est constituée par **un seul type** de placettes. Il s'agit d'une placette dont la longueur du **rayon** est égale à **1,4 m**. Son emprise, en projection horizontale, couvre donc une surface circulaire de **6,2 m²**. Lorsque l'unité d'inventaire est parcourue par des cloisonnements sylvicoles, les placettes **sont centrées** sur les bandes de semis délimitées par 2 cloisonnements consécutifs. Il convient, par conséquent, de s'assurer que la largeur minimale des bandes de semis soit **supérieure à 2,80 m**.

Le nombre minimum de placettes requis est de **80 placettes**. Dans un objectif d'expertise ou de très grande hétérogénéité du peuplement, le nombre de placettes doit être porté à 160 si l'on souhaite disposer d'une représentation spatiale détaillée des niveaux de régénération et d'une information plus précise sur la qualité sylvicole des tiges observées. Le nombre de tiges de l'essence à inventorier est systématiquement plafonné à 10 par placette.

5.1.3. Protocole ABR-LIG

Les semis de Pin maritime en ligne constituent un cas particulier. Dans ce contexte, la technique préconisée est d'asseoir les relevés sur un réseau de **40 placettes minimum** de forme **linéaire**. Chacune des placettes est constituée d'une série de **20 semis consécutifs**.

5.2. Cas des peuplements sensibles à l'écorçage

5.2.1. Protocole ECO-GEN

La plupart des essences forestières sensibles à l'écorçage par le Cerf appartiennent au stade gaulis. La stratégie d'échantillonnage dans ce type de peuplement repose sur **un réseau minimum de 40 placettes**. La taille de la placette varie en fonction de la densité de tiges présentes. Les **10 tiges** les plus proches du centre de la placette sont inventoriées ; le rayon de la placette s'obtient par la mesure **horizontale** de la distance séparant le centre de la placette de la dixième tige.

5.2.2. Protocole ECO-POP

En ce qui concerne les peupleraies très sensibles à l'écorçage, la densité initiale de plantation est faible (< 200 tiges/ha). Aussi, les inventaires sont-ils effectués **en plein** lorsque la surface du peuplement est **inférieure à 2 hectares**. Au-delà

de cette surface, les relevés sont conduits selon une intensité comprise entre une ligne sur deux et une ligne sur quatre dans le but d'inventorier environ 400 tiges par peuplement.

5.3. Synthèse des procédures d'échantillonnage

Le tableau, ci-dessous, rappelle de manière succincte les principales conditions d'application et les caractéristiques des cinq protocoles proposés par le guide.

Type de dégât	Nom du protocole	Nature du peuplement	Nombre d'essences	Type d'échantillonnage	Taille des placettes	Nombre de placettes	Nombre de tiges inventoriées
Abroutissement (Frottis)	ABR-PLA	Plantation	1 (maxi 3)	Placettes linéaires	Longueur fixe	40	≤ 10 par placette
	ABR-RN	Régénération naturelle	1	Placettes circulaires	Rayon fixe (1,4 m)	80	≤ 10 par placette
	ABR-LIG	Ligniculture du Pin maritime	1	Placettes linéaires	Longueur variable	40	20 par placette
Écorçage (Frottis)	ECO-GEN	Plantation ou Rég. Naturelle	1 (maxi 3)	Placettes circulaires	Rayon variable	40	≤ 10 par placette
	ECO-POP	Peupleraie	1	**Surface ≤ 2 ha** : inventaire en plein **Surface > 2 ha** : inventaire compris entre 1 ligne sur 2 et 1 ligne sur 4	Sans objet		environ 400 tiges par peuplement

Tableau 4 : Principales caractéristiques des cinq stratégies d'échantillonnages proposées

6. Élaboration des diagnostics

6.1. Notion de tige viable

6.1.1. Cas des tiges sensibles à l'abroutissement

Une tige viable est une tige vigoureuse qui présente une dominance apicale. Elle peut avoir été endommagée par des abroutissements ou des frottis sans que ceux-ci n'aient altéré sa forme ou sa vigueur. Une pousse est considérée comme dominante lorsque sa longueur sera supérieure à 2 fois celle des autres pousses et qu'elle forme, par rapport à la verticale, un angle inférieur à 45° (*cf*. figure 1).

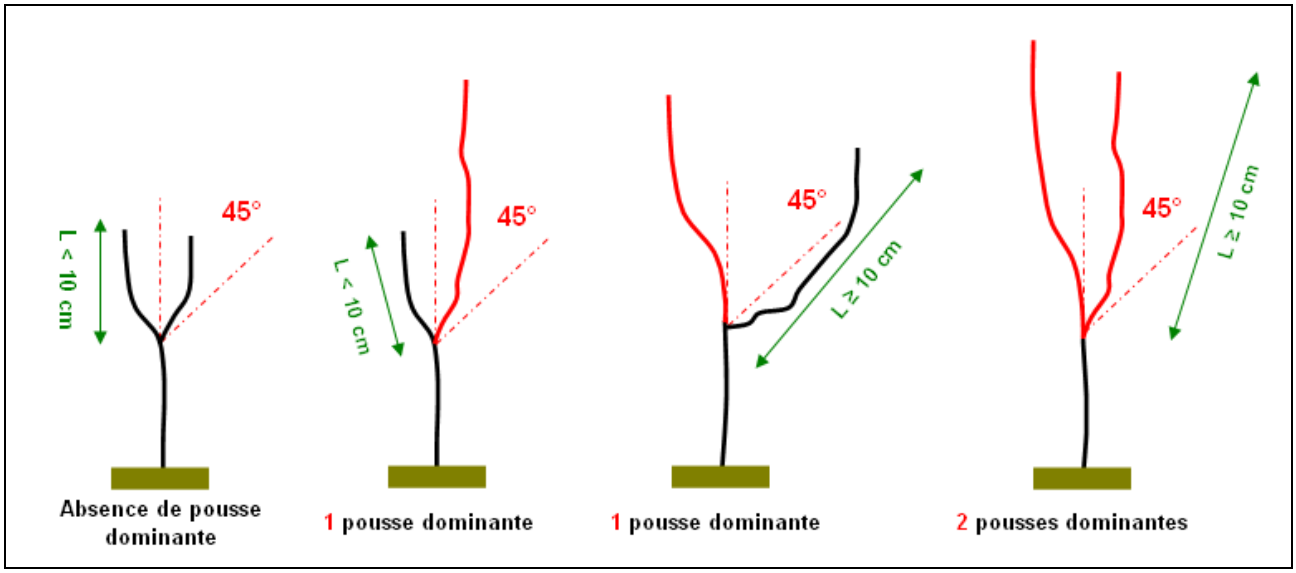


Figure 1 : Schémas illustrant la notion de pousse dominante

- Pour les **résineux**, une tige abroutie ou non est définie comme viable dès lors qu'elle présente **une seule pousse dominante** pourvue d'un bourgeon terminal sain ;

- Pour les **feuillus**, une tige viable, abroutie ou non, peut présenter un ou plusieurs axes dominants bien individualisés ;

- Pour les **feuillus "précieux"** (merisier, frêne, érables, …), une tige viable, abroutie ou non, doit présenter **une seule pousse dominante** pourvue d'un bourgeon terminal sain ;

Remarque : en régénération naturelle et pour les semis en ligne de Pin maritime, la notion de tiges viables s'apprécie sur des semis dont la hauteur est comprise entre **20 cm** et **2 m**. Une exception à cette règle concerne le Sapin pectiné pour lequel la plage de hauteurs à prendre en considération s'étale entre **10 cm** et **2 m**.

- **En ce qui concerne le frottis**, une tige sera considérée comme viable **si** les 2 conditions complémentaires suivantes sont réunies :

  1) la surface frottée et la proportion de circonférence endommagée sont faibles ;
  2) une très bonne réaction de cicatrisation est observée.

L'annexe 2 présente quelques exemples photographiques de tiges viables/non viables.

6.1.2. Cas des tiges sensibles à l'écorçage

Une tige viable est une tige dominante **et** vigoureuse. Une tige sera considérée comme dominante dès lors que sa hauteur et son diamètre sont proches ou supérieurs à ceux de ses voisins. Parmi les tiges écorcées, on distingue les essences ne cicatrisant jamais de celles susceptibles de cicatriser suite à l'écorçage.

- En ce qui concerne l'**Épicéa**, le **Châtaignier**, le **Frêne**, le **Hêtre** et les **Peupliers**, essences pour lesquelles les blessures s'altèrent de façon rédhibitoire, toutes les tiges écorcées par les cervidés ou endommagées par une autre cause sont considérées **systématiquement** comme **non viables** ;

- Pour les autres essences, le jugement porte sur la blessure la plus sévère. On considère comme **non viable** une tige écorcée dès lors que la proportion de circonférence non cicatrisée est **supérieure à 25 %**. Par opposition, toutes les tiges faiblement écorcées (moins de 25 % de la circonférence) **et** dominantes, sont considérées comme viables. Dans le cas particulier du **Pin maritime**, le seuil de circonférence endommagée est porté à **50 %** pour distinguer les tiges non viables des tiges viables.

6.2. Principe d'élaboration des diagnostics

6.2.1. Paramètres sylvicoles

Les diagnostics formulés permettent de déterminer si les peuplements expertisés possèdent un avenir par rapport à l'objectif sylvicole initialement envisagé par le sylviculteur puis, d'identifier quelle est l'origine des problèmes éventuellement constatés. Les processus analytiques mis en œuvre se fondent sur les deux hypothèses suivantes :

- Les peuplements étudiés sont conduits sous le régime de la futaie régulière ;

- Ils respectent les normes sylvicoles en vigueur (densité à la plantation, densité de semis au 1er dépressage, densité de tiges à la 1ère éclaircie, …).

La démarche générale s'articule autour de trois points fondamentaux :

- Les diagnostics proposés s'appuient sur les normes sylvicoles en vigueur, relatives à l'essence, au mode de régénération et à la région considérés ;

- Ces diagnostics sont définis par rapport à un niveau de densité de tiges attendu à un stade de développement particulier du peuplement analysé. Il s'agit de la densité de tiges au dépressage (ou de la 1ère éclaircie) pour les peuplements sensibles à l'abroutissement ou de la densité définitive pour les peuplements sensibles à l'écorçage ;

- Ces diagnostics s'appuient, enfin, sur nos connaissances de la réaction des essences aux dommages. Elles résultent de travaux menés par le C*emagref* ou l'ONCFS et de la bibliographie existante.

En ce qui concerne les normes sylvicoles, les éléments de jugement déterminants se résument de la manière suivante :

- Pour les plantations sensibles à l'abroutissement (protocoles ABR-PLA et ABR-LIG), la valeur de référence correspond à la densité de tiges par hectare attendue à l'issue de la première éclaircie (**DA**) ;

- Dans le cas des régénérations naturelles sensibles à l'abroutissement (protocole ABR-RN1), il est nécessaire de prendre en compte l'hétérogénéité de la distribution spatiale des semis ainsi que la grande variabilité observée dans la hauteur des tiges. Le seuil de densité de référence (**A**) a été fixé à 5 000 tiges par hectare quelque soit l'essence considérée.

- Dans le cas des peuplements sensibles à l'écorçage (protocoles ECO-GEN et ECO-PIN), la densité de tiges par hectare attendue à la récole finale (**DF**) constitue la variable de décision. Elle est assortie d'un coefficient multiplicateur (**b**) dont la valeur varie entre "**2**" et "**4**". La valeur "**2**" s'applique aux essences résineuses tandis que la valeur "**3**" correspond aux feuillus. La valeur "**4**" est réservée aux feuillus (Hêtre principalement) situés en conditions de croissance difficiles.

6.2.2. Caractérisation du diagnostic d'un peuplement

La première étape de la démarche consiste à comparer la densité de tiges globale du peuplement étudié, **incluant les tiges viables et les tiges non viables**, au seuil en-deçà duquel l'avenir sylvicole est compromis.

En seconde approche, le diagnostic d'un peuplement repose sur l'adéquation entre la densité observée de **tiges viables** et les paramètres inhérents à la sylviculture pratiquée. Quel que soit le protocole mis en application, ce diagnostic se décline selon l'une des trois éventualités suivantes :

- Absence de problème
- Pronostic incertain
- Avenir compromis

Ce classement, pour un peuplement considéré et un contexte identifié, définit à l'instant "**T**" la situation observée. Il traduit, par ailleurs, la possibilité d'appliquer **à moyen terme** les directives prévues par l'aménagement en vigueur. En ce qui concerne les conséquences des dégâts "réversibles", le diagnostic final reste en effet dépendant de la dynamique d'évolution de la pression des dommages. Cela est le cas notamment en présence de forts abroutissements sur certaines régénérations naturelles bien installées (exemple : chêne commun). L'abroutissement, sans pour autant faire disparaître les semis, contrarie en permanence leur dominance apicale. Outre la dépréciation des semis, la pression des dégâts engendre des pertes de croissance qui peuvent se chiffrer en années de retard. Le redémarrage de la croissance est alors dépendant d'une diminution de la pression d'abroutissement et/ou du franchissement de la hauteur de sensibilité par les semis.

Pour les classes "**Pronostic incertain**" et "**Avenir compromis**", se pose la question d'identifier l'origine des problèmes constatés. Le tableau 5 présente, en fonction des protocoles et des densités de tiges observées sur les peuplements étudiés, les différentes possibilités retenues.

L'appellation "**Cause Cervidés**" rend compte de la causalité du grand gibier dans le diagnostic. Cette causalité est avérée dès lors que la majorité des tiges jugées non viables est déclassée en raison des dégâts commis par les cervidés.

L'appellation "**Autres causes**" concerne l'ensemble des dommages qui ne peuvent être imputés aux cervidés (rongeurs, lagomorphes, parasites, travaux, *etc*.) et dont les conséquences rendent les tiges observées non viables.

L'expression "**Causes multiples**" traduit l'absence de prédominance de la "Cause Cervidés" par rapport aux autres sources de perturbations.

Pour les peuplements dont la densité initiale de plantation est connue (ABR-PLA et ECO-POP), l'impossibilité d'apprécier objectivement la disparition de tiges, au moment du diagnostic, conduit à identifier l'éventualité "**Cause indéterminée**". En revanche, dans les cas où la densité de tiges initiale est inconnue (régénération naturelle, semis artificiel, peuplement éclairci, …), l'origine des problèmes sera recherchée sur les tiges effectivement observables sans pour autant lever toute ambigüité quant aux causes exactes de l'insuffisance du niveau de régénération. Dans cette situation, la cause identifiée comme probable sera alors mentionnée entre parenthèses.

<table>
<tr><th></th><th colspan="4">Type de protocole</th></tr>
<tr><th></th><th colspan="2">ABR-PLA</th><th>ECO-POP</th><th colspan="2">ABR-RN1 / ABR-LIG
ECO-GEN</th></tr>
<tr><th>Densité de tiges initiale</th><th colspan="2">Connue</th><th rowspan="2">Connue
(plantation à densité définitive)</th><th colspan="2">Inconnue</th></tr>
<tr><th>Densité globale de tiges observée</th><th>Sastisfaisante</th><th>Insuffisante</th><th>Sastisfaisante</th><th>Insuffisante</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Origine des problèmes constatés</td><td>Cause Cervidés</td><td rowspan="4">Cause indéterminée</td><td>Cause Cervidés</td><td>Cause Cervidés</td><td>(Cause Cervidés)</td></tr>
<tr><td>Autres causes</td><td>Autres causes</td><td rowspan="2">Autres causes</td><td rowspan="2">(Autres causes)</td></tr>
<tr><td>Causes multiples</td><td>Causes multiples</td></tr>
<tr><td>Cause indéterminée</td><td>Cause indéterminée</td><td>Causes multiples</td><td>(Causes multiples)</td></tr>
</table>

Tableau 5 : Identification de l'origine des problèmes pour les peuplements dont le diagnostic sylvicole est classé en "Pronostic incertain" ou "Avenir compromis"

6.3. Procédures de calcul du diagnostic

6.3.1. Cas des peuplements sensibles à l'abroutissement

Démarche générale

Pour les trois protocoles concernés, le diagnostic repose sur une procédure établie en 2 phases. La première concerne la caractérisation de l'état sylvicole de chacune des placettes inventoriées ; les diagnostics "placette" s'appuient alors sur la comparaison entre la densité de tiges viables observées et celle attendue par les normes sylvicoles. La seconde phase agrège et synthétise ces diagnostics "placette" à l'échelle du peuplement (*cf*. tableau 6, annexe 3 et annexe 4).

Une fois le diagnostic "peuplement" établi, l'origine des problèmes sylvicoles peut être recherchée. Pour cela, le principe consiste à comparer la proportion des tiges non viables en raison des dégâts dus aux cervidés à celles imputables à d'autres causes (*cf*. annexe 5 pour ABR-PLA et annexe 6 pour ABR-RN1 et ABR-LIG). L'identification de l'origine probable de la situation consiste à comparer de manière statistique les différentes proportions.

Type de boisement	Protocole	Diagnostic "placette"	Diagnostic "peuplement"	Origine des problèmes sylvicoles en cas de pronostic incertain ou d'avenir compromis
Plantation 3 essences "objectif" maxi	Protocole **ABR-PLA**	SP : $DV_i \geq 1{,}1 \times DA$ I : $0{,}9 \times DA \leq DV_i < 1{,}1 \times DA$ C : $DV_i < 0{,}9 \times DA$	**Absence de problème** si L_s **SP** > 85 % **Pronostic incertain** si L_s **SP** ≤ 85 % **et** L_i **C** ≤ 20 % **ou si** 50 % < L_s **SP** ≤ 85 % **et** L_i **C** > 20 % **Avenir compromis** si L_s **SP** < 50 % **et** L_i **C** > 20 % *cf*. Annexe 3	Contrôle du niveau global de la densité observée (**DG**) : Densité satisfaisante si : L_i **DG** ≥ **DA** 1 - **Cervidés** : L_i NV_c > L_s NV_a et L_i NV_c > L_s AB_x 2 - **Autres causes** : L_i NV_a > L_s NV_c et L_i NV_a > L_s AB_x 3 - **Cause indéterminée** : L_i AB_x > L_s NV_c et L_i AB_x > L_s NV_a 4 - **Causes multiples** : situations complémentaires Densité insuffisante si : L_i **DG** < **DA** 1 - **Cause indéterminée** *cf*. Annexe 5
Régénération naturelle 1 essence "objectif" prédominante	Protocole **ABR-RN1**	Régénération "**placette**" acquise si : DV_i ≥ **A**	**Absence de problème** si : L_i **DV** ≥ **A** et si L_i **RI** constatée pour **DV** mesurée est inférieure à la valeur définie par **1** des **2** modèles mathématiques prédictifs proposés : - Modèle "**Feuillus**" : Distributions agégatives - Modèle "**Résineux**" : Distributions aléatoires **Pronostic incertain** si : **A**/2 ≤ L_i **DV** < **A ou si** L_i **DV** ≥ **A** et si L_i **RI** constatée pour **DV** mesurée est supérieure ou égale à la valeur définie par 1 des 2 modèles mathématiques prédictifs proposés **Avenir compromis** si L_i **DV** < **A**/2 - *cf*. Annexe 4	Contrôle du niveau global de régénération observé (**DG**) : Niveau de régénération satisfaisant si L_i **DG** ≥ **A** 1 - **Cervidés** : L_i NV_c > L_s NV_a 2 - **Autres causes** : L_i NV_a > L_s NV_c 3 - **Causes multiples** : L_i NV_c ≤ L_s NV_a Niveau de régénération insuffisant si L_i **DG** < **A** 1 - (**Cervidés**) : L_i NV_c > L_s NV_a 2 - (**Autres causes**) : L_i NV_a > L_s NV_c 3 - (**Causes multiples**) : L_i NV_c ≤ L_s NV_a *cf.* Annexe 6
Semis en ligne de Pin maritime	Protocole **ABR-LIG**	SP : $DV_i \geq 1{,}1 \times DA$ I : $0{,}9 \times DA \leq DV_i < 1{,}1 \times DA$ C : $DV_i < 0{,}9 \times DA$	**Absence de problème** si L_s **SP** > 85 % **Pronostic incertain** si L_s **SP** ≤ 85 % **et** L_i **C** ≤ 20 % **ou si** 50 % < L_s **SP** ≤ 85 % **et** L_i **C** > 20 % **Avenir compromis** si L_s **SP** < 50 % **et** L_i **C** > 20 % *cf*. Annexe 3	Contrôle du niveau global de la densité observée (**DG**) : Densité satisfaisante si : L_i **DG** ≥ **DA** 1 - **Cervidés** : L_i NV_c > L_s NV_a 2 - **Autres causes** : L_i NV_a > L_s NV_c 3 - **Causes multiples** : L_i NV_c ≤ L_s NV_a Densité insuffisante si : L_i **DG** < **DA** 1 - (**Cervidés**) : L_i NV_c > L_s NV_a 2 - (**Autres causes**) : L_i NV_a > L_s NV_c 3 - (**Causes multiples**) : L_i NV_c ≤ L_s NV_a *cf.* Annexe 6

Légende :

A = Seuil minimal de densité viable attendu (5 000 tiges/ha)
DA = Densité de tiges attendue à l'issue de la 1ère éclaircie (t/ha)
DV = Densité cadastrale de tiges viables constatée (t/ha)
DNV = Densité cadastrale de tiges non viables constatée (t/ha)
DG = Densité cadastrale globale de tiges constatée (t/ha)
avec **DG** = **DV** + **DNV**

DV_i = Densité de tiges viables constatée (t/ha)
avec **i** = indice de la placette
NV_c = % constaté de tiges non viables en raison des cervidés
NV_a = % constaté de tiges non viables pour une autre cause
AB_x = % constaté de tiges absentes
RI = % de placettes avec régénération viable insuffisante

SP : Proportion de placettes sans problème sylvicole
I : Proportion de placettes pour laquelle le pronostic sylvicole est incertain
C : Proportion de placettes pour laquelle l'avenir sylvicole est compromis

L_i : Limite inférieure de l'intervalle de confiance calculé au seuil de 5 %
L_s : Limite supérieure de l'intervalle de confiance calculé au seuil de 5 %

Tableau 6 : Procédures d'élaboration des diagnostics sylvicoles pour les peuplements sensibles à l'abroutissement

Cas particulier des régénérations naturelles (ABR-RN1)

La prise en compte de l'hétérogénéité des régénérations naturelles, nécessite d'adapter la démarche par rapport au mode de régénération par plantation. Par référence à la densité globale de semis constatée, la proportion de placettes pour laquelle la régénération s'avère insuffisante est comparée, pour un peuplement, à un seuil défini par un modèle mathématique prédictif (Hamard, 2008). Deux modèles sont proposés (*cf*. annexe 4) ; le premier concerne les régénérations constituées d'essences feuillues (Chênes communs ou Hêtre) quand au second, il s'adresse aux essences résineuses. Attention, le protocole ABR-RN1 a été conçu pour étudier des régénérations naturelles caractérisées par la présence d'une essence "objectif" prédominante. Pour l'élaboration du diagnostic sylvicole, ce protocole ne prend donc pas en considération le mélange d'essences "objectif".

6.3.2. Cas des peuplements sensibles à l'écorçage

Démarche générale

À l'exclusion des peupleraies, la démarche est similaire à celle développée pour le cas de l'abroutissement. Elle consiste à faire un diagnostic en 2 temps : le premier à l'échelle des placettes et le second à l'échelle du peuplement.

Les diagnostics "placette" s'appuient sur la comparaison entre la densité de tiges viables observées et celle correspondant à un "multiple" de la densité attendue à la coupe définitive. Cette dernière valeur dépend du coefficient multiplicateur (**b**) compris entre 2 et 4 selon la nature des essences et les classes de fertilité.

Le diagnostic "peuplement" agrège et synthétise ces diagnostics "placette" (*cf*. tableau 7 et annexe 3).

Une fois ce dernier diagnostic établi, l'origine des problèmes sylvicoles peut être recherchée. Pour cela, la démarche consiste à comparer la proportion des tiges non viables en raison des dégâts dus aux cervidés à celles imputables à d'autres causes (*cf*. annexes 5 et 6). L'identification de l'origine probable de la situation consiste à comparer de manière statistique les différentes proportions.

Type de boisement	Protocole	Diagnostic "placette"	Diagnostic "peuplement"	Origine des problèmes sylvicoles en cas de pronostic incertain ou d'avenir compromis
Plantation ou régénération naturelle 3 essences "objectif" maxi	Protocole **ECO-GEN**	SP : $DV_i \geq b \times DF$ I : $DF \leq DV_i < b \times DF$ C : $DV_i < DF$ avec : **b = 2** pour les **résineux** **b = 3** pour les **feuillus** **b = 4** pour les **feuillus** en conditions difficiles	Absence de problème si L_s **SP** > 85 % Pronostic incertain si L_s **SP** ≤ 85 % **et** L_i **C** ≤ 20 % **ou si** 50 % < L_s **SP** ≤ 85 % **et** L_i **C** > 20 % Avenir compromis si L_s **SP** < 50 % **et** L_i **C** > 20 % *cf*. Annexe 3	Contrôle du niveau global de la densité observée (**DG**) : Densité satisfaisante si : L_i **DG** ≥ **b** x **DF** 1 - **Cervidés** : L_i NV_c > L_s NV_a 2 - **Autres causes** : L_i NV_a > L_s NV_c 3 - **Causes multiples** : L_i NV_c ≤ L_s NV_a Densité insuffisante si : L_i **DG** < **b** x **DF** 1 - (**Cervidés**) : L_i NV_c > L_s NV_a 2 - (**Autres causes**) : L_i NV_a > L_s NV_c 3 - (**Causes multiples**) : L_i NV_c ≤ L_s NV_a *cf.* Annexe 6
Plantation de Peuplier	Protocole **ECO-POP**		1 - Absence de problème : si **V** ≥ 0,9 x **NT** 2 - Pronostic incertain : si 0,7 x **NT** ≤ **V** < 0,9 x **NT** 3 - Avenir compromis : si **V** < 0,7 x **NT**	1 - **Cervidés** : L_i NV_c > L_s NV_a et L_i NV_c > L_s AB_x 2 - **Autres causes** : L_i NV_a > L_s NV_c et L_i NV_a > L_s AB_x 3 - **Cause indéterminée** : L_i AB_x > L_s NV_c et L_i AB_x > L_s NV_a 4 - **Causes multiples** : situations complémentaires *cf*. Annexe 5

Légende :

b = Coefficient multiplicateur défini par les normes sylvicoles
DF = Densité de tiges attendue à la coupe définitive (/ha)
DV = Densité cadastrale de tiges viables constatée (t/ha)
DNV = Densité cadastrale de tiges non viables constatée (t/ha)
DG = Densité cadastrale globale de tiges constatée (t/ha)
avec **DG** = **DV** + **DNV**
NT = Nombre théorique de tiges observables

DV_i = Densité de tiges viables constatée (t/ha)
avec **i** = indice de la placette
V = Nombre de tiges viables observées dans le peuplement
NV_c = % constaté de tiges non viables en raison des cervidés
NV_a = % constaté de tiges non viables pour une autre cause
AB_x = % constaté de tiges absentes
RI = % de placettes avec régénération viable insuffisante

SP : Proportion de placettes sans problème sylvicole
I : Proportion de placettes pour laquelle le pronostic sylvicole est incertain
C : Proportion de placettes pour laquelle l'avenir sylvicole est compromis

L_i : Limite inférieure de l'intervalle de confiance calculé au seuil de 5 %
L_s : Limite supérieure de l'intervalle de confiance calculé au seuil de 5 %

Tableau 7 : Procédures d'élaboration des diagnostics sylvicoles pour les peuplements sensibles à l'écorçage

Cas particulier des peupleraies (ECO-POP)

Dans ce type de peuplement, compte tenu de la très faible densité de tiges (moins de 200/ha), les inventaires sont conduits par ligne de plantation. Dans ces conditions, le bilan se restreint à un diagnostic "peuplement" (*cf*. tableau 7).

L'origine des problèmes est recherchée en comparant la proportion de tiges non viables en raison des cervidés à celles imputables à d'autres causes (*cf*. annexe 5).

6.4. Présentation des résultats

6.4.1. Synthèse des informations

À chacun des cinq protocoles proposés par le guide est associé un utilitaire informatique développé à partir du logiciel Excel (Microsoft ® Office Excel 2003). Après collecte des données recueillies sur le terrain et leur saisie sur l'utilitaire ad hoc, les procédures d'analyse des données et la synthèse du diagnostic se déclenchent automatiquement sans nécessité d'une technicité particulière de l'opérateur. Un état standardisé des résultats, constitué d'un document unique, rassemble l'ensemble des informations et des descripteurs qui ont contribué à l'élaboration du diagnostic. Cet état (*cf*. figure 2), en fonction du protocole mis en œuvre, se compose d'un maximum de 6 rubriques qui permet de visualiser les différentes étapes nécessaires à l'obtention du résultat global.

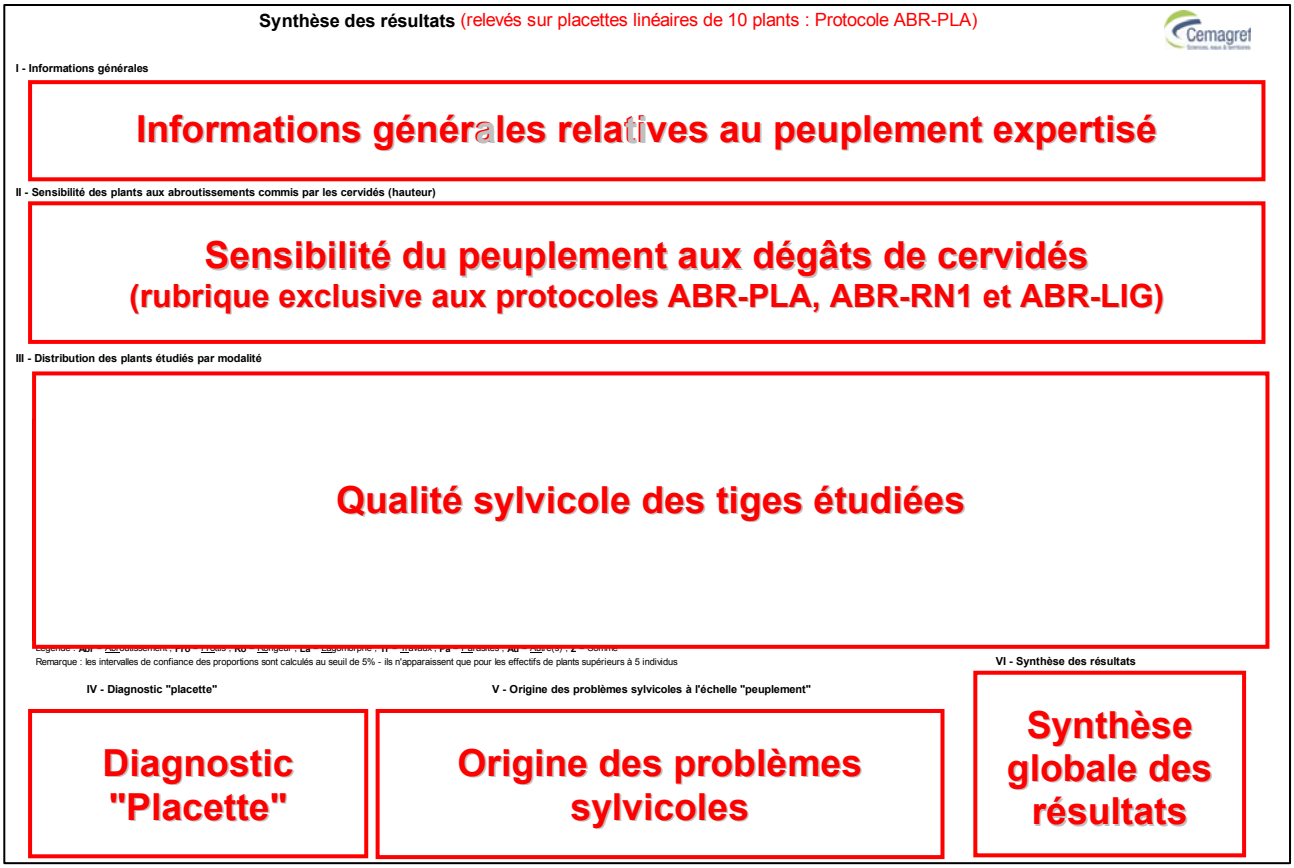
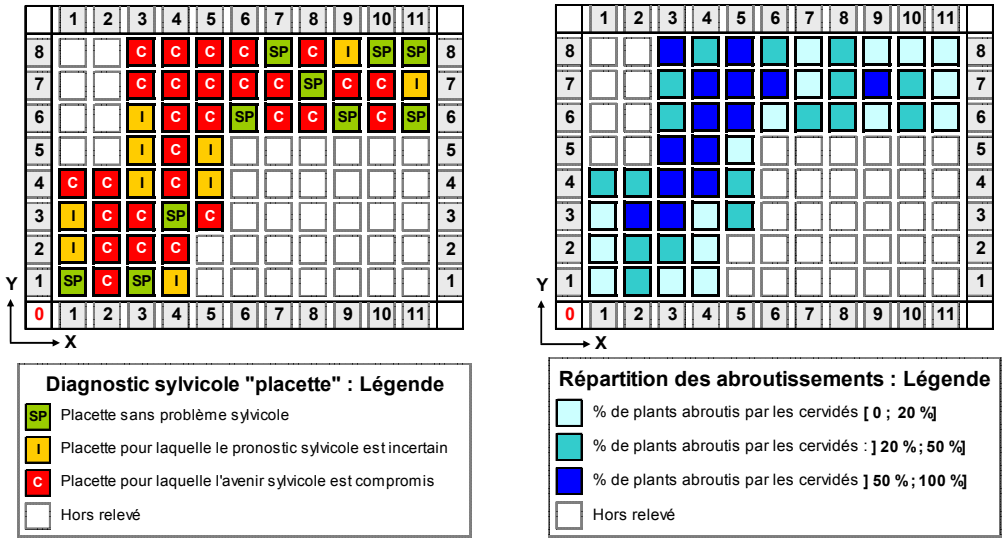


Figure 2 : Exemple, pour un peuplement expertisé, de l'état standardisé des résultats produit par l'utilitaire de saisie et d'analyse des données. Six rubriques synthétisent les différentes étapes d'élaboration du diagnostic sylvicole

6.4.2. Représentations spatiales

La production de représentations spatiales du réseau de placettes étudiées (ou de tiges, dans le cas du protocole ECO-POP) parachève l'état standardisé des résultats évoqué précédemment. Les représentations thématiques proposées concernent, en premier lieu, le diagnostic sylvicole réalisé à l'échelle de la placette d'inventaire et la répartition spatiale des atteintes commises par les cervidés (*cf.* figures 3). Elles sont associées, au cas particulier du protocole ABR-RN1, à des représentations complémentaires (distributions spatiales des semis, des gaulis et des essences secondaires). La représentation spatiale des atteintes commises par les cervidés permet d'apprécier le degré de sollicitation du peuplement par les cervidés mais ne traduit pas, en revanche, son impact sylvicole. L'interprétation de cette représentation spatiale doit donc impérativement être couplée à la lecture de l'état standardisé (qualité sylvicole des tiges étudiées et origine des problèmes sylvicoles).



Figures 3 : Exemple de 2 représentations spatiales obtenues à l'aide de l'utilitaire de saisie et d'analyse des données. Chaque placette inventoriée est représentée par un pixel identifié par une abscisse et une ordonnée (48 placettes réalisées)

7. Mise en pratique des procédures

7.1. Outils mis à disposition

7.1.1. Préambule

Une approche commune caractérise la mise en pratique des cinq protocoles proposés. Elle s'appuie sur un ensemble de documents que l'opérateur doit consulter ou renseigner lors de la réalisation de chaque diagnostic. Ces documents sont annexés sous la forme de fichiers informatiques enregistrés dans le cd-rom qui accompagne le présent guide (*cf*. annexe 7). Cet ensemble comprend, par protocole, 4 documents distincts :

- 1 notice explicative du protocole : **Notice_***nom_du_protocole***.pdf**
- 1 dossier de terrain : **Fiches_***nom_du_protocole***_(Rec-Ver_A3).pdf**
- 1 utilitaire de saisie et d'analyse des données : **Utilitaire_***nom_du_protocole***.xlt**
- 1 exemple de saisie et d'analyse des données : **Exemple_***nom_du_protocole***.xls** et **Exemple_***nom_du_protocole***.pdf**

7.1.2. Notice explicative

Ce document rassemble les informations à connaître pour mettre en œuvre les différents protocoles et complète les informations et les recommandations formulées par le guide. **Il constitue la référence indispensable à consulter avant la réalisation de chaque relevé**.

7.1.3. Dossier de terrain

Les fiches de terrain sont rassemblées sous la forme d'un dossier dont le formatage est prévu pour une impression au format A3 (format de page : A4 - Format de sortie : A3 - 2 pages par feuilles - Recto/Verso - Reliure bord court). Ce dossier comprend une première page (fiche signalétique de l'unité d'inventaire) destinée à recueillir les informations relatives à la description du peuplement étudié ainsi que celles qui précisent les conditions de mise en œuvre des observations.

La seconde feuille contient une grille orthonormée sur laquelle est reportée la localisation des placettes inventoriées (ou des tiges dans le cas du protocole ECO-POP). Cette grille a pour fonction de simplifier le calcul des coordonnées nécessaires à l'établissement des cartographies liées à l'élaboration du diagnostic.

La troisième feuille constitue un aide-mémoire des consignes à respecter lors de la réalisation des inventaires. Cette aide, facilement consultable sur le terrain, rappelle les préconisations de la notice explicative. Enfin, les feuilles suivantes (de 5 à 13 selon le protocole) sont utilisées pour inscrire les observations collectées au niveau de chaque tige décrite.

7.1.4. Utilitaire de saisie et d'analyse des données

Il s'agit d'une application informatique développée dans le logiciel Excel (Microsoft ® Office Excel 2003). Un fichier spécifique doit être créé pour la réalisation de tout nouveau diagnostic. Il se génère à partir d'un des cinq modèles ("**Utilitaire_***nom_du_protocole***.xlt**") qu'il convient de renommer en fonction de l'identifiant du diagnostic réalisé. Chaque utilitaire est constitué de 5 feuilles (onglets) distinctes (7 pour le protocole ABR-RN1). Les 2 premières sont partiellement modifiables par l'opérateur ; les suivantes, dont la vocation consiste à synthétiser les résultats des analyses, sont intégralement protégées. **Attention, l'utilisation de ces utilitaires n'est pas compatible avec le logiciel Calc de la suite OpenOffice.org (© Sun Micosystems. Inc)**.

La première feuille (onglet "Infos") est destinée à la saisie des informations consignées sur la fiche signalétique du dossier de terrain.

La seconde feuille (onglet "Saisie") permet de transcrire les données collectées sur le terrain. Pour faciliter la saisie, cette feuille reproduit rigoureusement la mise en page des fiches de terrain.

La troisième feuille (onglet "Résultats") synthétise le bilan de l'ensemble des analyses effectuées et fournit de manière explicite **i**) le niveau de densité totale observée, **ii**) le diagnostic "peuplement" et **iii**) l'origine des problèmes sylvicoles identifiés.

La quatrième feuille (onglet "Carto_1") correspond à une cartographie du diagnostic "placette" ou de la répartition spatiale de la qualité sylvicole des tiges inventoriées (cas du protocole ECO-POP).

La cinquième feuille (onglet "Carto_2") correspond à une cartographie de la répartition spatiale des dégâts commis par les cervidés.

Dans le cas particulier du protocole **ABR-RN1**, deux feuilles complémentaires permettent de cartographier la présence de semis/gaulis de l'essence "objectif" (onglet "Cartos_3") et la présence éventuelle d'essences secondaires (onglet "Cartos_4").

Toutes ces feuilles sont formatées en prévision de leur impression sur un tirage "papier".

7.1.5. Exemple de saisie et d'analyse des données

Pour chaque protocole, un exemple renseigné (**Exemple_***nom_du_protocole*.**xls**) permet de tester les principales fonctionnalités de l'utilitaire de saisie et de visualiser les résultats des analyses des données. Le document **Exemple_***nom_du_protocole*.**pdf** complète, à cet effet, la consultation des résultats par la présentation de captures d'écrans obtenues à partir du ficher Excel.

7.2. Marche à suivre

Il est impératif, comme évoqué précédemment, de recréer par copie un utilitaire vierge propre à chaque nouveau diagnostic.

La saisie des informations collectées doit suivre un cheminement logique. Ainsi, sont reportées les informations d'ordre général (onglet "Infos") puis les données recueillies au niveau des tiges et des placettes inventoriées (onglet "Saisie"). L'opérateur est guidé, à l'échelle de chaque cellule à renseigner, par des informations de type Info-bulle. Par ailleurs, des tests de cohérence permettent de contrôler, en continu, la validité des informations enregistrées. Ces tests avertissent l'opérateur, par l'intermédiaire de messages d'erreur, des corrections à opérer pour poursuivre la saisie.

La présence d'erreurs de saisie bloque systématiquement la consultation des résultats (onglet "Résultats"). D'une manière analogue, la finalisation des représentations spatiales suppose d'avoir éliminé l'intégralité des doublons de coordonnées. Enfin, les procédures de calcul nécessaires à l'établissement des diagnostics ne sont fonctionnelles qu'à partir d'un nombre minimal de placettes (ou de tiges) inventoriées. Ces seuils sont fixés de la façon suivante :

- Protocole ABR-PLA : 30 placettes
- Protocole ABR-RN1 : 70 placettes
- Protocole ABR-LIG : 30 placettes
- Protocole ECO-GEN : 30 placettes
- Protocole ECO-POP : 150 tiges

7.3. Formation des opérateurs

Le suivi d'une formation initiale s'avère **indispensable** pour acquérir la maîtrise des différentes étapes nécessaires à la mise en œuvre des procédures de diagnostic. La participation à une session de trois journées consécutives bâtie autour d'une alternance d'exposés, d'exercices sur le terrain et de prise en main des utilitaires constitue le prérequis conseillé. Les services de formation continue de la Fédération Nationale des Chasseurs, de l'Institut pour le Développement Forestier et de l'Office National de Forêts, en partenariat avec le C*emagref*, sont en mesure de proposer ce type de formation.

7.4. Préparation des inventaires de terrain

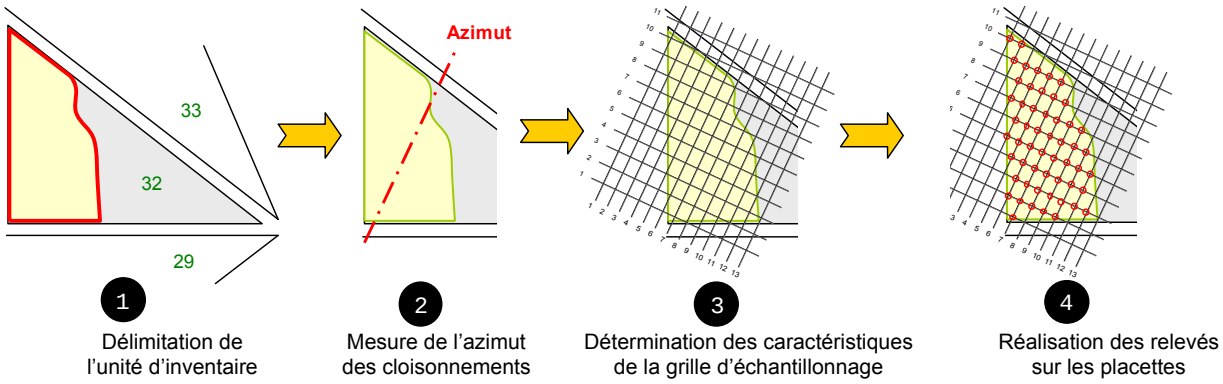
7.4.1. Généralités

Afin de faciliter les relevés de terrain et l'implantation de l'échantillonnage systématique, il est indispensable, au préalable, de rassembler les documents nécessaires à l'identification et à la délimitation du peuplement à expertiser. La confection de la grille d'échantillonnage doit être préparée au bureau et ajusté, en dernier recours, sur le terrain.

En l'absence de plan précis de l'unité d'inventaire, la BD Ortho® de l'IGN ou le site GÉOPORTAIL (http://www.geoportail.fr/) constituent 2 sources à privilégier pour asseoir l'implantation du réseau de placettes.

7.4.2. Implantation du réseau de placettes

Le dispositif d'échantillonnage repose sur un inventaire fondé sur une **grille systématique** (*cf*. figures 4), les points d'inventaire (placettes) étant situés aux nœuds de ce maillage.



Figures 4 : Exemple d'implantation d'une grille d'échantillonnage systématique sur une parcelle de régénération naturelle cloisonnée

Dans la pratique, on recherche un compromis entre une maille carrée et une maille rectangulaire dont **le rapport des cotés n'excède pas la valeur 2**. L'axe principal de ce quadrillage est calé sur l'orientation des lignes de plantations ou, dans le cas des régénérations naturelles, sur celle des cloisonnements sylvicoles si ces derniers existent. En l'absence d'éléments linéaires susceptibles de faciliter l'implantation de la grille et la progression dans le peuplement, l'axe principal est associé à un azimut simple à repérer sur une boussole ou un GPS.

7.4.3. Cas particulier et remarques

En cas de relief accidenté, la grille d'inventaire peut être implantée en fonction des courbes de niveau de façon à faciliter les cheminements.

Dans toutes les situations où la progression au sein du peuplement ne peut s'appuyer sur des repères physiques, le recours à l'utilisation d'un GPS s'avère indispensable.

La rigueur avec laquelle est implanté le réseau d'observation détermine la qualité des représentations spatiales, ces dernières étant tributaires du respect de la position relative des placettes inventoriées.

En ce qui concerne le mode de calcul de la dimension des mailles du quadrillage, il convient de se référer aux notes explicatives relatives à chaque protocole jointes au guide.

7.5. Temps de mise en œuvre

Trois postes d'affectation sont à distinguer : la préparation du relevé, l'inventaire de terrain et la synthèse du diagnostic. Quel que soit le protocole mis en œuvre, la préparation d'un inventaire requiert environ 2,00 heures. La collecte des données sur le terrain nécessite globalement 3,00 heures pour les protocoles ABR-PLA, ABR-LIG et ECO-POP, 6,00 heures pour le protocole ECO-GEN et enfin 8,00 heures pour le protocole ABR-RN1. Le temps imparti à la saisie et à l'analyse des informations s'élève quant à lui à 2,00 heures, voire 2,30 heures dans le cas spécifique du protocole ABR-RN1. En résumé, le temps de mise en œuvre d'un diagnostic, s'élève à **1** jour pour les protocoles ABR-PLA, ABR-LIG et ECO-POP, **1,5** jours dans le cas du protocole ECO-GEN et **2** jours pour le protocole ABR-RN1. Ces valeurs moyennes restent évidemment à moduler en fonction des difficultés de pénétration des peuplements et du relief. Les temps sont calculés sur la base d'un seul opérateur et ne prennent pas en considération les délais d'accès au peuplement à diagnostiquer. Dans la pratique, un seul opérateur est à même d'effectuer les relevés de terrain ; cela étant, dans l'application du protocole ECO-GEN en milieu peu pénétrable, il est fortement conseillé de réaliser les placettes d'échantillonnage en duo. Pour les autres protocoles, dès lors que les opérateurs possèdent les qualifications requises, la phase de terrain peut être conduite, en simultané et en parallèle, par plusieurs observateurs ; cette option nécessite, en revanche, une organisation **très rigoureuse**.

8. Limites d'utilisation des outils de diagnostic

Les diagnostics émis s'appliquent **toujours** par rapport à une (ou plusieurs) essence(s) de référence et à un objectif sylvicole **initial clairement défini**. Ainsi, l'avenir d'un peuplement peut être jugé compromis sans pour autant que l'état boisé soit remis en cause. Ce sera le cas, notamment, lors de l'apparition naturelle d'essences de substitution.

La plage temporelle de validité des diagnostics peut se limiter, dans certaines circonstances, à une durée de quelques années. L'exemple le plus flagrant concerne l'abroutissement de régénérations, qui considérées comme compromises par les cervidés, ont parfois la possibilité de se reconstituer bien des années plus tard. Après une période de blocage,

une diminution de la pression d'abroutissement, voire l'apparition de nouveaux semis, peuvent ainsi susciter une amélioration de la situation initiale.

Les démarches proposées s'appliquent au seul contexte du **traitement régulier**. À l'exception du protocole spécifique aux plantations sensibles à l'abroutissement (ABR-PLA) et de celui relatif à l'étude de l'écorçage (ECO-GEN), les trois autres méthodes proposées concernent des peuplements caractérisés par la présence d'une seule essence "objectif" prédominante. Dans le cas particulier des régénérations naturelles, une adaptation du protocole ABR-RN1 sera testée au cours de l'hiver 2009-2010 pour l'étude de régénérations associant plusieurs essences "objectif".

En régénération naturelle, l'absence ou la faible densité de semis peuvent être imputables aux cervidés sans que les outils proposés puissent en affirmer avec **certitude** l'origine. La consommation de très jeunes semis de Sapin, par exemple, provoque rapidement leur dépérissement puis leur disparition. Dans ce cas, seule la mise en place de dispositifs complémentaires permet d'affiner le diagnostic. Au moins deux solutions existent : la mise en place de dispositifs de type enclos/exclos (Mårell *et al.*, à paraître) ou la réalisation de suivis temporels assis sur des placettes fixes.

Les utilitaires proposés permettent d'éditer des représentations spatiales des peuplements expertisés. Au cas particulier de la distribution spatiale des taux d'abroutissement constatés en régénération naturelle (ABR-RN1), la lecture et l'interprétation de ce document doivent être menées avec discernement dans la mesure où il s'agit du seul protocole pour lequel le nombre de tiges analysées par placette n'est pas fixe (variation de zéro à dix).

Enfin, lorsque les diagnostics défavorables mettent en cause plusieurs espèces d'ongulés, il n'est pas possible de discriminer l'auteur des dommages à partir de la seule mise en œuvre de ces protocoles.

- - - - - - - - - - - - - - -

Pour en savoir plus

Abgrall, J.F., Soutrenon, A., 1991. La forêt et ses ennemis. CEMAGREF DICOVA, Antony, 3e ed. 399 p.

Ballon, P., Hamard, J.P., 2008. Appréciation des dégâts de cervidés en milieu forestier : Validation des diagnostics de l'avenir sylvicole des peuplements soumis à des dégâts de cervidés. 39 p.

Ballon, P., Hamard, J.P., Klein, F., 2005. Importance des dégâts de cervidés en forêt. Principaux acquis et recommandations suite à la mise en place d'un observatoire national. Revue forestière française 57, 399-412.

Hamard, J.P., 2008. Impact des abroutissements de cervidés sur les régénérations naturelles de chênes : Développement d'un outil de diagnostic et d'aide à la gestion sylvicole de ces peuplements. Mémoire pour l'obtention du Diplôme de l'École Pratique des Hautes Études - Section des Sciences de la Vie et de la Terre. 112 p.

Hamard, J.P., Ballon, P., 2003. Appréciation des dégâts de cervidés en milieu forestier (3ème tranche) : observatoire national des dégâts de cervidés en forêt. Aspects méthodologiques (rapport final). 58 p.

Mårell, A., Ballon, P., Hamard, J.P., Boulanger, V., à paraître. Les dispositifs de type enclos-exclos : des outils au service de la gestion et de la recherche. Rendez-vous techniques ONF.

Morellet, N., 2008. La gestion des grands herbivores par les indicateurs de changement écologique. Faune sauvage 282, 9-18.

- - - - - - - - - - - - - - - -

ANNEXES

ANNEXE 1.1 - Référentiel photographique : l'abroutissement

Abroutissement de cervidés sur chêne

Abroutissement de cervidés sur chêne

Abroutissement de cervidés sur charme

Abroutissement de cervidés sur rejets de chêne

Abroutissement de cervidés sur sapin

Abroutissement de cervidés sur sapin

Abroutissement de cervidés sur mélèze

Abroutissement de cervidés sur épicéa

Ancien abroutissement de cervidés sur pin maritime

ANNEXE 1.2 - Référentiel photographique : le frottis

Frottis de chevreuil
sur chêne

Frottis de chevreuil
sur merisier

Frottis de chevreuil
sur douglas

Frottis de chevreuil
sur mélèze

Frottis de chevreuil
sur épicéa

Frottis de chevreuil
sur sapin

Déformation suite à un
frottis de chevreuil sur douglas

Frottis de cerf
sur pin sylvestre

Frottis de cerf
sur pin sylvestre

ANNEXE 1.3 - Référentiel photographique : l'écorçage

Écorçage de cerf
sur pin maritime en sève

Écorçage de cerf
sur pin maritime en hiver

Écorçage de cerf
sur épicéa en sève

Écorçage de cerf
sur châtaignier en hiver

Cicatrisation d'un écorçage de
cerf sur pin maritime

Cicatrisation d'un écorçage
de cerf sur pin maritime

Ancien écorçage de cerf
sur épicéa

Vue d'ensemble d'un perchis d'épicéa
écorcé par le cerf

ANNEXE 1.4 - Référentiel photographique : dégâts divers

Racine pivotante de chêne sectionnée par un rongeur

Abroutissement par un rongeur d'une jeune plantule de chêne

Rongement d'écorce par un lapin sur un plant de chêne

Rongement d'écorce par un campagnol sur un plant de sapin

Rongement d'écorce par un campagnol sur un plant d'épicéa

Dégât de grêle en cours de cicatrisation sur chêne

Dégât de grêle en cours de cicatrisation sur douglas

ANNEXE 2 - Qualité sylvicole des tiges observées

Chêne viable

Chêne viable

Chêne viable

Chêne non viable

Chêne non viable

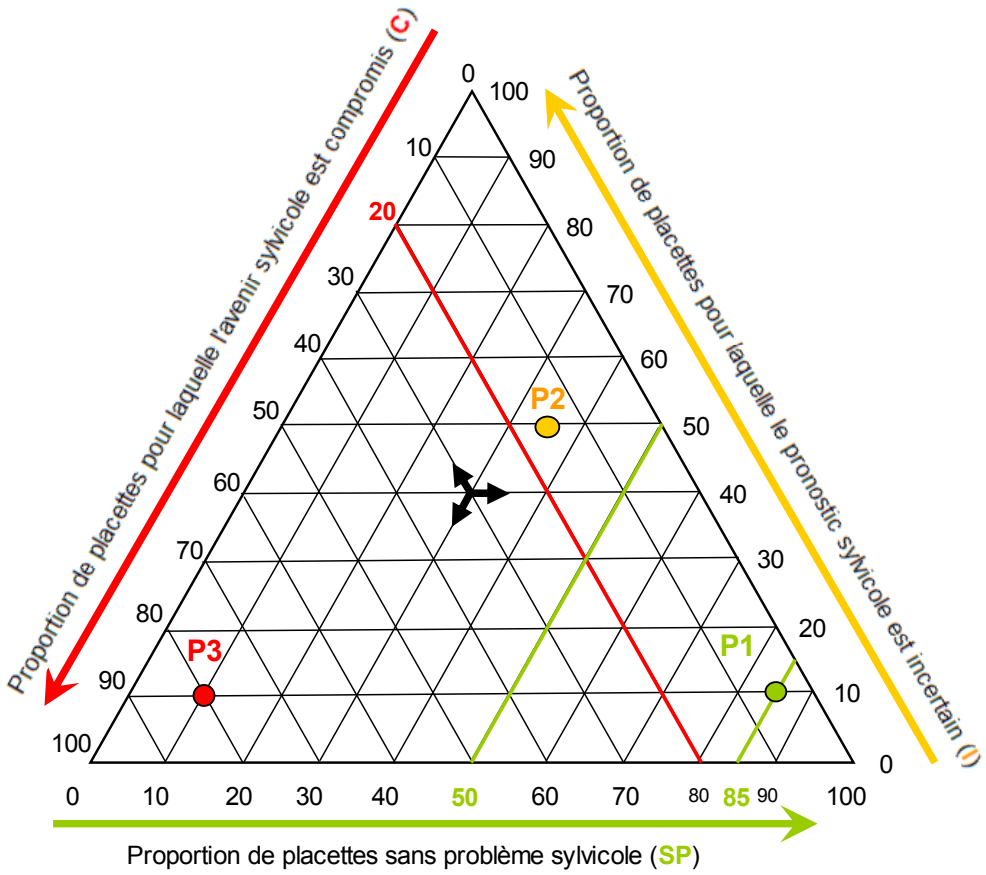
Pin maritime non viable

Sapin non viable

Épicéa non viable

Douglas non viable

ANNEXE 3 - Triangle des diagnostics "peuplement"
(Protocoles ABR-PLA, ABR-LIG et ECO-GEN)



Règles de décision au seuil de confiance de 5 % :

- si limite supérieure de **SP > 85 %** :

  ⇨ **Peuplement sans problème sylvicole**

- si limite supérieure de **SP ≤ 85 %** et si limite inférieure de **C ≤ 20 %**
- ou si **50 %** < limite supérieure de **SP ≤ 85 %** et si limite inférieure de **C > 20 %** :

  ⇨ **Peuplement pour lequel le pronostic sylvicole est incertain**

- si limite supérieure de **SP ≤ 50 %** et si limite inférieure de **C > 20 %** :

  ⇨ **Peuplement pour lequel l'avenir sylvicole est compromis**

Exemples :

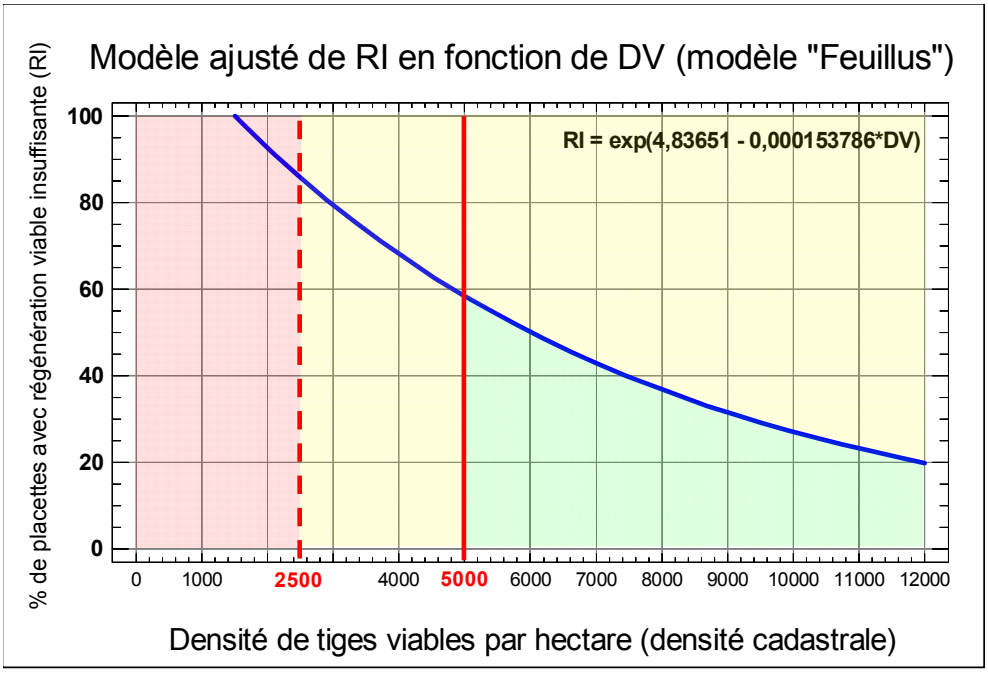
P1 = Peuplement sans problème sylvicole (**SP=85** % [79;**91**] ; **I=10** % [6;14] ; **C=5** % [**1**;9])

P2 = Peuplement dont le pronostic sylvicole est incertain (**SP=35** % [31;**39**] ; **I=50** % [48;52] ; **C=15** % [**10**;20])

P3 = Peuplement dont l'avenir sylvicole est compromis (**SP=10** % [4;**16**] ; **I=10** % [5;15] ; **C=80** % [**74**;86])

ANNEXE 4 - Modèles prédictifs appliqués à l'étude des régénérations naturelles (ABR-RN1)

I - Modèle fondé sur des distributions spatiales de type agrégatif Application au cas des feuillus



Modèle prédictif du pourcentage de placettes (RI) pour lequel le seuil de densité attendu est insuffisant (A = 5 000 tiges/ha) - Protocole **ABR-RN1**

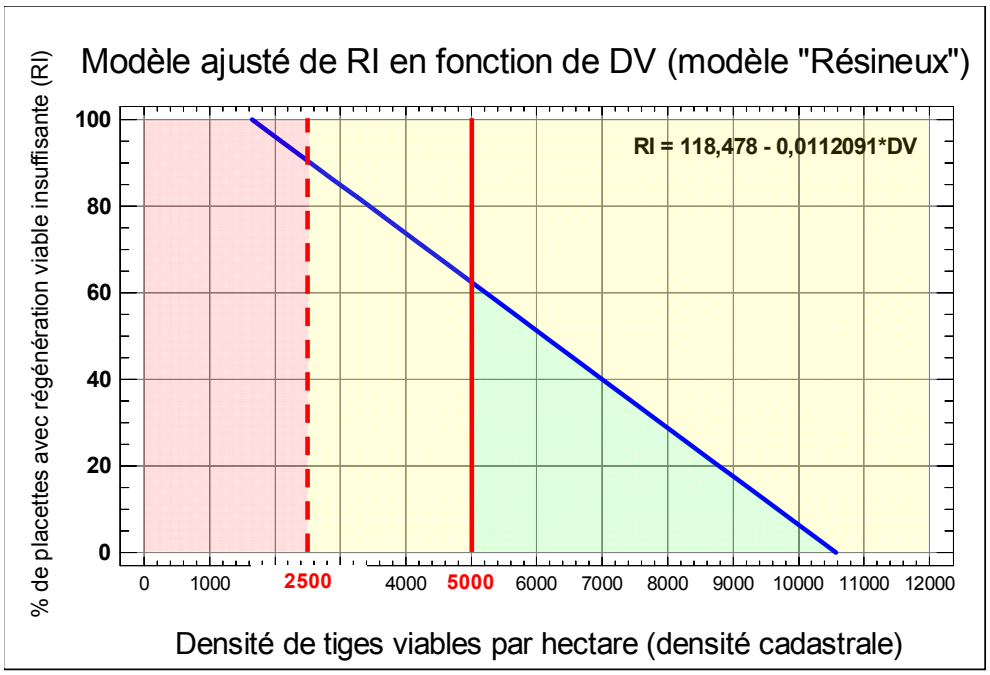
Densité testée	s/ha	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000	9 000	10 000
Estimation	s/ha	980	1 960	2 993	3 973	4 926	5 865	6 751	7 610	8 362	9 033
Variation	%	- 2,0 %	- 2,0 %	- 0,2 %	- 0,7 %	- 1,5 %	- 2,3 %	- 3,6 %	- 4,9 %	- 7,1 %	- 9,7 %
Lim. supérieure de l'estimation	s/ha	1 168	2 241	3 355	4 375	5 382	6 362	7 261	8 120	8 899	9 556
	%	+ 19,2 %	+ 14,3 %	+ 12,1 %	+ 10,1 %	+ 9,3 %	+ 8,5 %	+ 7,6 %	+ 6,7 %	+ 6,4 %	+ 5,8 %
Lim. inférieure de l'estimation	s/ha	792	1 691	2 658	3 570	4 483	5 382	6 228	7 100	7 825	8 469
	%	- 19,2 %	- 13,7 %	- 11,2 %	- 10,1 %	- 9,0 %	- 8,2 %	- 7,7 %	- 6,7 %	- 6,4 %	- 6,2 %

Calcul des intervalles de prévision (seuil 5 %) de la densité de semis par hectare pour des distributions agrégatives générées sur la base de 5 000 simulations par niveau de densité appliquées à des réseaux de 121 placettes de rayon 1,4 m (6,2 m²)

Intervalles de prévision de la densité calculée pour le modèle "Feuillus"

ANNEXE 4 - Modèles prédictifs appliqués à l'étude des régénérations naturelles (ABR-RN1)

II - Modèle fondé sur des distributions spatiales de type aléatoire Application au cas des résineux



Absence de problème sylvicole Pronostic incertain Avenir compromis

Modèle prédictif du pourcentage de placettes (RI) pour lequel le seuil de densité attendu est insuffisant (A = 5 000 tiges/ha) - Protocole **ABR-RN1**

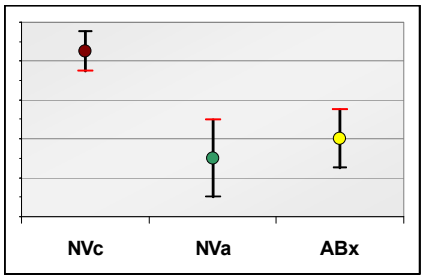
Densité testée	s/ha	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000	9 000	10 000
Estimation	s/ha	1 007	2 000	2 993	3 986	4 993	5 986	6 979	7 946	8 925	9 852
Variation	%	+ 0,7 %	+ 0,0 %	- 0,2 %	- 0,4 %	- 0,1 %	- 0,2 %	- 0,3 %	- 0,7 %	- 0,8 %	- 1,5 %
Lim. supérieure de l'estimation	s/ha	1 181	2 268	3 315	4 375	5 396	6 442	7 449	8 469	9 462	10 362
	%	+ 17,3 %	+ 13,4 %	+ 10,8 %	+ 9,8 %	+ 8,1 %	+ 7,6 %	+ 6,7 %	+ 6,6 %	+ 6,0 %	+ 5,2 %
Lim. inférieure de l'estimation	s/ha	832	1 731	2 684	3 624	4 577	5 543	6 510	7 462	8 415	9 301
	%	- 17,4 %	- 13,5 %	- 10,3 %	- 9,1 %	- 8,3 %	- 7,4 %	- 6,7 %	- 6,1 %	- 5,7 %	- 5,6 %

Calcul des intervalles de prévision (seuil 5 %) de la densité de semis par hectare pour des distributions aléatoires générées sur la base de 5 000 simulations par niveau de densité appliquées à des réseaux de 121 placettes de rayon 1,4 m (6,2 m²)

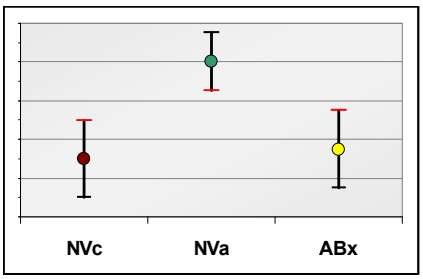
Intervalles de prévision de la densité calculée pour le modèle "Résineux"

ANNEXE 5 - Origine des problèmes sylvicoles (ABR-PLA et ECO-POP)

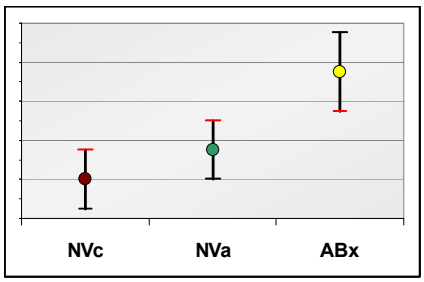
Origine des problèmes sylvicoles en cas de pronostic incertain ou d'avenir compromis



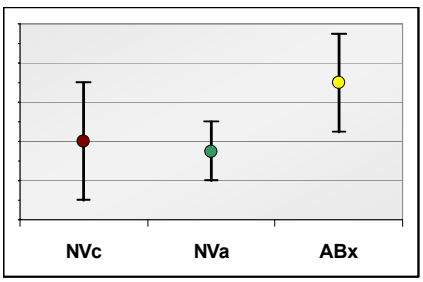
Cause cervidés



Autres causes



Cause indéterminée

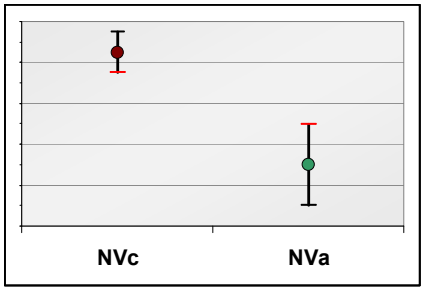


Causes multiples

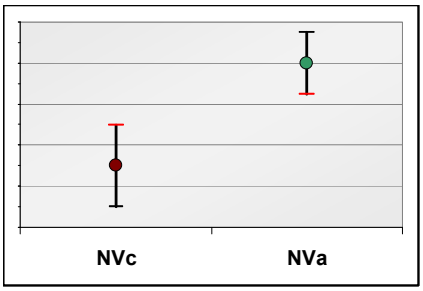
NV_c = % constaté de tiges non viables en raison des cervidés
NV_a = % constaté de tiges non viables pour une autre cause
AB_x = % constaté de tiges absentes

ANNEXE 6 - Origine des problèmes sylvicoles (ABR-LIG, ABR-RN1 et ECO-GEN)

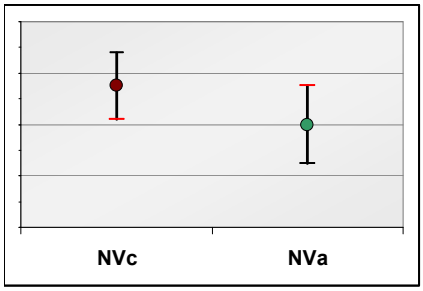
Origine des problèmes sylvicoles en cas de pronostic incertain ou d'avenir compromis



Cause cervidés



Autres causes

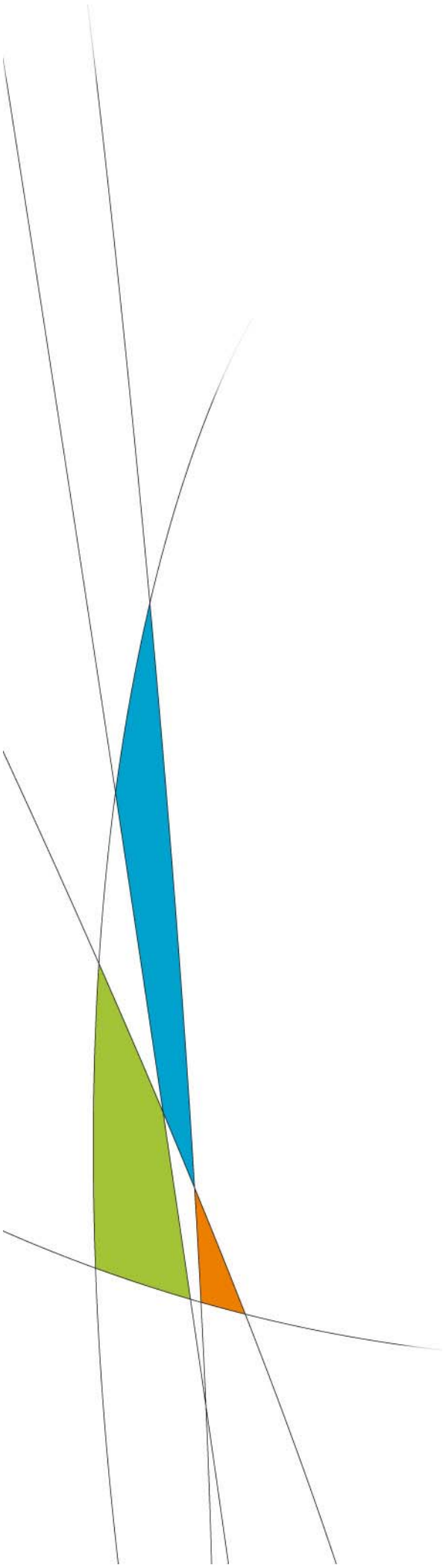


Causes multiples

NV_c = % constaté de tiges non viables en raison des cervidés
NV_a = % constaté de tiges non viables pour une autre cause

ANNEXE 7 - Architecture du CD-rom

CD-rom_Guide_pratique	**Contenu des "*dossiers*" et des "*fichiers informatiques*"**
Lisez-moi.pdf	
\1_Guide_et_annexes	*Documents généraux*
Guide_pratique.pdf	*Document principal*
Procédures_de_calcul.pdf	*Tableaux des procédures de calcul des diagnostics*
\2_Diagnostics_Abroutissement	
\2.1_Protocole_ABR-PLA	*Diagnostic "abroutissement" sur plantation*
Notice_ABR-PLA.pdf	*Protocole détaillé*
Fiches_ABR-PLA_(Rec-Ver_A3).pdf	*Fiches de terrain (8 pages)*
Utilitaire_ABR-PLA.xlt	*Utilitaire de saisie et d'analyse des données*
Exemple_ABR-PLA.xls	*Exemple de saisie et d'analyse d'un jeu de données modifiables*
Exemple_ABR-PLA.pdf	*Captures d'écrans de la saisie et de l'analyse d'un jeu de données*
\2.2_Protocole_ABR-RN1	*Diagnostic "abroutissement" sur régénération naturelle*
Notice_ABR-RN1.pdf	*Protocole détaillé*
Fiches_ABR-RN1_(Rec-Ver_A3).pdf	*Fiches de terrain (16 pages)*
Utilitaire_ABR-RN1.xlt	*Utilitaire de saisie et d'analyse des données*
Exemple_ABR-RN1.xls	*Exemple de saisie et d'analyse d'un jeu de données modifiables*
Exemple_ABR-RN1.pdf	*Captures d'écrans de la saisie et de l'analyse d'un jeu de données*
\2.3_Protocole_ABR-LIG	*Diagnostic "abroutissement" sur semis en ligne de Pin maritime*
Notice_ABR-LIG.pdf	*Protocole détaillé*
Fiches_ABR-LIG_(Rec-Ver_A3).pdf	*Fiches de terrain (8 pages)*
Utilitaire_ABR-LIG.xlt	*Utilitaire de saisie et d'analyse des données*
Exemple_ABR-LIG.xls	*Exemple de saisie et d'analyse d'un jeu de données modifiables*
Exemple_ABR-LIG.pdf	*Captures d'écrans de la saisie et de l'analyse d'un jeu de données*
\3_Diagnostics_Ecorçage	
\3.1_Protocole_ECO-GEN	*Diagnostic "Écorçage" - cas général*
Notice_ECO-GEN.pdf	*Protocole détaillé*
Fiches_ECO-GEN_(Rec-Ver_A3).pdf	*Fiches de terrain (8 pages)*
Utilitaire_ECO-GEN.xlt	*Utilitaire de saisie et d'analyse des données*
Exemple_ECO-GEN.xls	*Exemple de saisie et d'analyse d'un jeu de données modifiables*
Exemple_ECO-GEN.pdf	*Captures d'écrans de la saisie et de l'analyse d'un jeu de données*
\3.2_Protocole_ECO-POP	*Diagnostic "Écorçage" - cas particulier de la populiculture*
Notice_ECO-POP.pdf	*Protocole détaillé*
Fiches_ECO-POP_(Rec-Ver_A3).pdf	*Fiches de terrain (8 pages)*
Utilitaire_ECO-POP.xlt	*Utilitaire de saisie et d'analyse des données*
Exemple_ECO-POP.xls	*Exemple de saisie et d'analyse d'un jeu de données modifiables*
Exemple_ECO-POP.pdf	*Captures d'écrans de la saisie et de l'analyse d'un jeu de données*



Cemagref
Sciences, eaux & territoires

Direction générale
Parc de Tourvoie
BP 44 - 92163 Antony cedex
Tél. 01 40 96 61 21
Fax 01 40 96 62 25
www.cemagref.fr