

## Evaluation de l'état de conservation des forêts alluviales



Sites Natura 2000

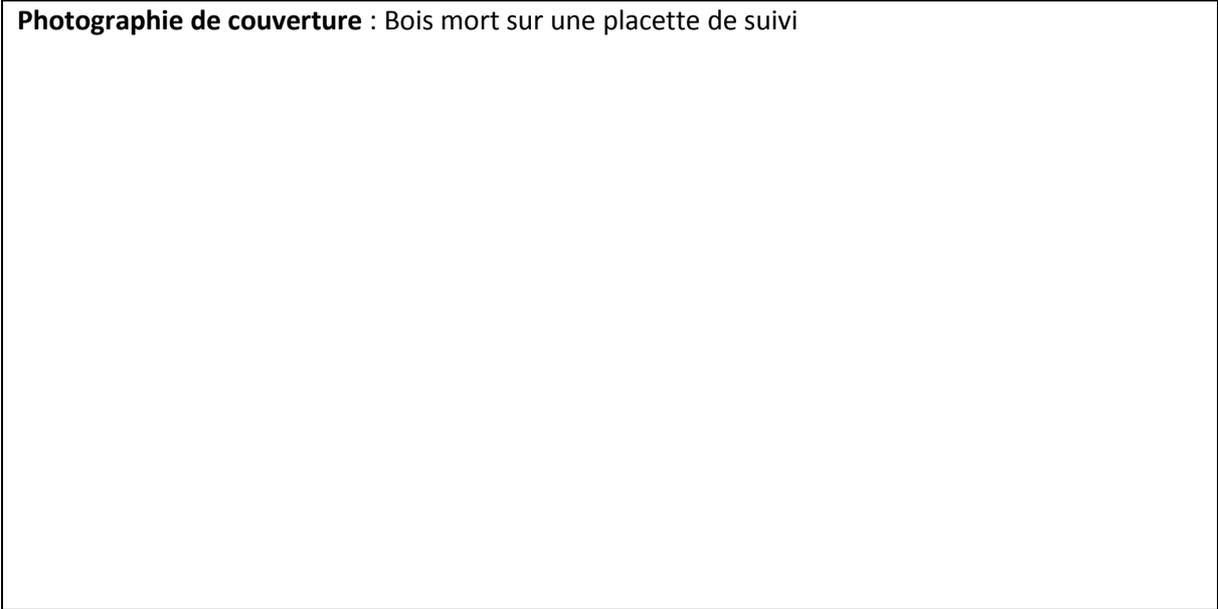
FR2400522 Vallées de la Loire et de l'Allier

FR2600965 Vallée de la Loire entre Fourchambault  
et Neuvy-sur-Loire

FR2600968 Bec d'Allier

FR2600969 Val d'Allier Bourguignon

**Photographie de couverture** : Bois mort sur une placette de suivi



**Références bibliographiques** : ARDOUIN A., LEBLANC M., POIREL A., 2016 – Evaluation de l'état de conservation des forêts alluviales – 35 pages et annexes

## Liste des tableaux

- Tableau 1 : Nombre d'entités retenues par classes de surface et nombre de placette
- Tableau 2 : Critères retenus pour évaluer l'état de conservation
- Tableau 3 : Principaux paramètres de l'échantillonnage global
- Tableau 4 : Principaux paramètres de l'échantillonnage
- Tableau 5 : Liste des essences arborescentes et arbustives contactées
- Tableau 6 : Principales caractéristiques dendrométriques pour les arbres vivants
- Tableau 7 : Structure du peuplement par catégories de bois (toutes tiges confondues)
- Tableau 8 : Regroupement des essences
- Tableau 9 : Répartition absolue et relative des différentes essences relevées- en nombre de tiges et en volume
- Tableau 10 : Volume de bois mort (total et selon la taille et la position) en m<sup>3</sup>/ha
- Tableau 11 : Pourcentage de placettes par classes de surfaces terrières pour les essences allochtones
- Tableau 12 : Pourcentage de placettes par classes de notes pour les essences allochtones
- Tableau 13 : Pourcentage de placettes par classes de notes pour les essences allochtones
- Tableau 14 : Dynamique de renouvellement
- Tableau 15 : Nombre de bois mort
- Tableau 16 : Nombre de DMH

## Liste des figures

- Figure 1 : Variabilité entre les placettes des principales caractéristiques dendrométriques pour les arbres vivants
- Figure 2 : Répartition du volume et du nombre de tiges par classes de diamètre (arbres vivants)
- Figure 3 : Répartition de la densité de tiges entre les essences selon les différents stades de vie de l'arbre (tiges/ha).
- Figure 4 : Répartition des différentes essences relevées-en nombre de tiges et en volume/ha.
- Figure 5 : Composition absolue ou relative en nombre de tiges et en surface terrière, par catégories de bois.
- Figure 6 : Répartition des volumes de bois mort par classes de diamètre
- Figure 7 : Importance relative du bois mort par classes de diamètre
- Figure 8 : Régénération par stade de développement
- Figure 9 : Densité à l'hectare des DMH les plus représentés
- Figure 10 : Moyenne des notes de l'état de conservation
- Figure 11 : Représentation Box-plot des notes de l'état de conservation des placettes

# Sommaire

Liste des tableaux .....	3
Liste des figures.....	3
Sommaire .....	4
Préambule .....	6
Introduction.....	7
PARTIE 1 : METHODE.....	8
A-Protocole.....	9
B-Mise en place des placettes .....	9
B.1-Localisation des placettes .....	9
B.2-Notation des placettes .....	10
PARTIE 2 : RESULTATS GENERAUX .....	13
A-Présentation du dispositif.....	14
A-1 Stratégie d'échantillonnage .....	14
A-2 Nombre d'individus échantillonnés .....	14
A-3 Habitats forestiers.....	14
A-4 Essences forestières contactées .....	15
B-Bois vivant .....	16
B-1 Statistiques générales : moyennes et variations .....	16
B-2 Structure des peuplements.....	18
B-3 Composition floristique.....	18
C-Bois mort.....	23
C-1 Données générales, moyennes et variations.....	23
C-2 Structure .....	23
C-2.1 Répartition du bois mort par classe de surface .....	23
C-2.2 Ratio volume de bois mort vs volume total .....	24
D-Régénération .....	25
E-Dendro-micro-habitats.....	25
PARTIE 3 : EVALUATION DE L'ETAT DE CONSERVATION .....	27
A-Intégrité de la composition.....	28
A-1 Surface terrière des essences allochtones.....	28
A-2 Espèces Exotiques Envahissantes .....	29
B-Cycle sylvi-génétique .....	30
B-1 Très Gros Bois Vivants (TGB).....	30
B-2 Dynamique de renouvellement .....	30
C-Cycle de la matière.....	31

C-1 Analyse du nombre de bois morts .....	31
C-2 Dendro-micro-habitats (DMH) .....	32
D-Etat de conservation .....	32
Conclusion .....	34
Bibliographie.....	35
Annexe 1 : Protocole PSRDF .....	36
Annexes 2 : Cartes de localisation des placettes de suivi .....	49
Annexes 3 : Notes globales de l'état de conservation des placettes .....	52
Annexes 4 : Diagramme radar de l'état de conservation des placettes.....	53
Annexes 5 : Analyse des placettes en fonction de leur état de conservation estimé.....	86

## Préambule

La Directive Habitats-Faune-Flore (92/43/EEC) (DHFF) et la Directive Oiseaux (2009/147/EC, version codifiée du texte d'origine, la directive 79/409/EEC), établissent la base réglementaire pour la conservation de la nature au sein de l'Union européenne. En plus des actions de conservation qu'ils doivent mettre en œuvre, les Etats membres s'engagent à travers ces textes, à évaluer régulièrement les statuts et les tendances des espèces et types d'habitats visés par ces directives « nature » pour les rapporter à la Commission européenne.

Au sens de la DHFF, l'état de conservation favorable constitue l'objectif global à atteindre et à maintenir pour tous les types d'habitat et pour les espèces d'intérêt communautaire. Il peut être décrit comme une situation où un type d'habitat ou une espèce prospère (aspects qualitatifs et quantitatifs), où les perspectives quant à la vitalité des populations d'espèce ou des structures pour les habitats sont favorables et où les éléments écologiques intrinsèques des écosystèmes d'accueil ou les conditions géo-climatiques pour les habitats sont propices. Il est important de noter que l'évaluation de l'état de conservation inclut non seulement des éléments de diagnostic basés sur l'état présent, mais qu'elle considère également les perspectives et évolutions futures de cet état, basées sur des menaces prévisibles et évaluables. L'évaluation est réalisée selon un protocole commun et les critères utilisés pour le calcul de cet état de conservation seront présentés ci-après.

La transposition en droit français de l'article 6 de la DHFF prévoit également le suivi et l'évaluation de l'état de conservation des habitats et des espèces à l'échelle des sites Natura 2000 (articles R. 414-11 et R. 414-8-5 du code de l'Environnement). Dans ce contexte, le ministère en charge de l'écologie souhaite mettre en place des méthodes pour évaluer l'état de conservation des habitats de l'annexe I au sein des sites Natura 2000, afin de proposer une approche standardisée sur l'ensemble du territoire. Une réflexion s'est engagée depuis 2008 au sein du Service du patrimoine naturel (SPN) afin de développer des méthodes normalisées faciles à mettre en œuvre, reproductibles et accessibles aux opérateurs de sites Natura 2000. Ces méthodes sont élaborées dans le cadre de partenariats avec des gestionnaires et des organismes scientifiques (ONF, CBN-FCBN, Universitaires, pôles relais...). L'objectif est de disposer d'un cadre factuel pour diagnostiquer l'état des composantes d'un site Natura 2000, connaître son évolution et participer à la prise de décision concernant la gestion mise en œuvre et ainsi fournir des éléments scientifiques pour alimenter les réflexions des comités de pilotage (COFIL).

## Introduction

Mise en place sur 4 sites Natura 2000 en Bourgogne la présente évaluation de l'état de conservation concerne les sites FR2400522 Vallées de la Loire et de l'Allier, FR2600965 Vallées de la Loire entre Fourchambault et Neuvy-sur-Loire, FR2600968 Bec d'Allier et FR2600969 Val d'Allier Bourguignon. Ciblée sur les habitats forestiers des bords de Loire et d'Allier, cette étude doit permettre de poser les bases de la première évaluation de l'état de conservation de ces sites Natura 2000. En prenant en compte une multitude de paramètres dendrométriques, écologiques et sylvicoles, la présente étude est une véritable photographie des divers peuplements forestiers visités à l'instant *t*. En sus d'évaluer l'état de conservation, ces données permettent aussi de recueillir des informations plus générales sur les peuplements comme la composition, la qualité de la régénération ou le volume de bois mort sur pied ou au sol.

Les deux objectifs d'une telle analyse sont :

- De recueillir des données écologiques, dendrométriques et sylvicoles permettant de caractériser les peuplements forestiers concernés ;
- De juger de l'état de conservation des forêts alluviales des sites Natura 2000 suivis.

Le présent rapport traitera dans un premier temps de la méthode déployée et employée pour répondre à ces objectifs, puis dans un second temps, les résultats seront abordés premièrement sur l'angle quantitatif et secondairement sous l'angle qualitatif avec l'état de conservation.

## PARTIE 1 : METHODE



Photographie 1 : Mire de suivi

## A-Protocole

Le protocole choisi pour évaluer l'état de conservation des forêts alluviales est celui mis en place dans le réseau des Réserves Naturelles de France à savoir le Protocole de Suivi Dendrométriques des Réserves Forestières (PSDRF).

Développé, discuté, testé puis validé par l'ENGREF (Ecole Nationale du Génie Rural des Eaux et Forêts devenu AgroParisTech), RNF (Réserves Naturelles de France), l'ONF (Office National des Forêts), le CEMAGREF (Centre du Machinisme Agricole du Génie Rural, des Eaux et Forêts devenu IRSTEA) et l'IFN (Inventaire Forestier National devenu IGN-IFN), ce protocole dendrométrique simple permet d'appréhender de façon simultanée :

- la caractérisation du peuplement et notamment du bois mort ;
- l'analyse des flux de bois vivants et de bois morts ;
- le suivi de la composition en essence ;
- le suivi des gros bois ;
- le suivi du capital sur pied ;
- le suivi du renouvellement.

Le protocole de suivi des espaces forestiers protégés a un double intérêt :

- il permet de participer à l'évaluation de l'état de conservation initial de la forêt étudiée ;
- l'installation de placettes permanentes permet un suivi de la dynamique de ces peuplements dans le temps et dans l'espace, suivi particulièrement fin en ce qui concerne l'origine et le type de bois mort (arbres morts sur pied, chablis, volis).

Ce protocole cible les massifs forestiers d'une taille supérieure à 5 ha à condition qu'ils soient de forme compacte. Dans un souci de lisibilité, ce protocole est à retrouver en annexe 1. Toutefois, des informations plus précises relatives au nombre de placette et à leur localisation sont données.

## B-Mise en place des placettes

Le nombre de placettes à implanter est déterminé par la formule  $er = CV/\sqrt{n}$  en fonction de la précision souhaitée ( $er$ ) et du coefficient de variation ( $CV$ ),  $n$  étant le nombre de placettes choisies. Le coefficient de variation correspond au niveau d'hétérogénéité de la surface forestière échantillonnée. Plus la forêt est homogène (habitats, âge des peuplements, diversité d'essences, sols, relief, gestion, etc.), plus le  $CV$  est faible.

L'erreur relative est, elle liée à l'effort d'échantillonnage. Plus il y a de placettes échantillonnées, plus la précision est meilleure.

### ***B.1-Localisation des placettes***

La mise en place des placettes s'est faite dans les forêts alluviales à bois dur et les forêts alluviales à bois tendre d'après les cartographies des habitats des différents sites Natura 2000 concernés. Seules les entités de forêt de surface égale ou supérieure à 1ha ont été retenues quelque que soit leur statut de propriété (privée ou publique). Afin de répondre au travail dans le temps imparti, un tirage au sort aléatoire des entités de plus de 5ha a été réalisé. Ces entités ont ensuite été stratifiées par classes de surface (cf. tableau 1). Au final sur les 89 entités cartographiées, 12 ont été retenues. Sur ces dernières, un maillage de 100m\*100m a été appliqué afin de préciser l'emplacement des placettes.

Classe de surface	Nombre d'entités par classe de surface sur l'ensemble du secteur d'étude	Somme de la surface des entités par classe de surface sur l'ensemble du secteur d'étude (ha)	Nombre d'entités tirées au sort	Surface d'entité retenue par classe de surface (ha)	Nombre de placettes retenues
5 à 10 ha	30	222	3	19,223	5
10 à 20 ha	28	398	2	27,31	9
20 à 50 ha	23	760	4	1403	25
>50 ha	8	629	3	193,41	26

Tableau 1 : Nombre d'entités retenues par classes de surface et nombre de placette

### B.2-Notation des placettes

L'acquisition des données de terrain permet d'attribuer pour chaque placette une note reflétant son état de conservation selon la méthodologie développée par le Muséum National d'Histoire Naturelle (Maciejewski L., 2016 et Maciejewski L., 2016). Le tableau 2 reprend les différents critères de notation appliqués à chaque placette avec au final une note de -120. Plus la note est proche de 10 plus l'état de conservation de la placette est jugé favorable.

Paramètres	CRITÈRES		Indicateurs	MODALITÉ	NOTE
			Description des indicateurs		
Composition, structure, fonctions	Intégrité de la composition	Intégrité dendrologique (A ou B)	Pourcentage de surface terrière des essences allochtones de l'habitat	Aucune essence allochtone de l'habitat (< 1%)	0
				1 à 5 % d'essences allochtones de l'habitat	-5
				5 à 15 % d'essences allochtones de l'habitat	-10
				15 à 30 % d'essences allochtones de l'habitat	-30
				Plus de 30 % d'essences allochtones de l'habitat	-40
	EEE (vigne vierge)	Fréquence d'apparition dans les relevés	Absence totale	0	
			Présence et fréquence < 30 %	-10	
			Présence et fréquence > 30 %	-20	
	Cycle sylvigénétique	Très gros bois vivants	Ratio entre la surface terrière des TGB et la surface terrière totale	15 % < G TGB/Gtot	5
				8 % < G TGB/Gtot < 15 %	0
				5 % < G TGB/Gtot < 8%	-5
				2 % < G TGB/Gtot < 5%	-10
				G TGB/Gtot < 2%	-20
	Cycle de renouvellement	Évaluation à dire d'expert de la capacité de régénération	Aucun problème de régénération (Si 2 ou 3 sous-plac régénérées)	0	
			Régénération "moyenne" (quelques pbs de régénération) (Si 1 sous plac régénérées)	-5	
			Problèmes de régénération très important (Si 0 sous placettes sont régénérées)	-10	
Cycle de la matière (Bois mort et saproxyliques)	Bois mort	Nombre de bois morts > 30 cm (sur pied et au sol) à l'hectare	Plus de 8 arbres morts (sur pied ou et sol) de 30 cm de diamètre /ha OU plus de 6 arbres morts (sur pied ou au sol) de 30 cm de diamètre /ha DONT (au moins) 1 GB mort	5	
			entre 6 et 8 arbres morts (sur pied et au sol) de 30 cm de diamètre /ha	0	
			entre 3 et 6 arbres morts (sur pied et au sol) de 30 cm de diamètre /ha	-5	
			entre 1 et 3 arbres morts (sur pied et au sol) de 30 cm de diamètre /ha	-10	
			moins de 1 arbre mort (sur pied et au sol) de 30 cm de diamètre /ha	-20	
Dendro-micro-habitats par tige	Nombre moyen de dendro-micro-habitats par tige	Plus de 2 DMH ou 2 DMH	0		
		Entre 1 compris et 2 DMH	-5		
		Moins de 1 DMH	-10		

Tableau 2 : Critères retenus pour évaluer l'état de conservation

Note sur les indicateurs retenus (Maciejewski L., 2016) :

**Intégrité dendrologique** : On cherche à mettre en évidence la présence des essences allochtones de l'habitat. Le caractère autochtone de la composition dendrologique est très important, car la composition définit le type de bois présent en forêt, donc la structure et la décomposition de ces bois. Les arbres jouent également le rôle indispensable de charpente de tout l'édifice et ils s'accompagnent d'une cohorte d'espèces spécifiques à chaque essence (notamment au travers de leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques).

**EEE (fréquence d'apparition des EEE)** : La prolifération des espèces exotiques envahissantes affecte directement la dynamique des populations d'espèces indigènes mais elle peut également entraîner de profondes modifications dans les écosystèmes (e.g. problème de régénération des arbres sur des parcelles où le Cerisier tardif prolifère). Des recherches sont actuellement en cours, cependant il semble que les perturbations soient un facteur favorable aux invasions biologiques, en raison notamment de l'anthropisation des milieux et de leur eutrophisation, en particulier par des enrichissements en azote et du piétinement, mais également la création de sentiers. Cette artificialisation des milieux concourt très probablement à diminuer les capacités de résistance et de résilience des écosystèmes. Dans le cadre de la présente étude, c'est la Vigne vierge qui a retenu notre attention et qui a été notée par le biais de cet indicateur.

**Très Gros Bois vivants** : Pour mettre en évidence les phases matures, on utilise comme proxy la présence de Très Gros Bois vivants (TGB). Ils structurent naturellement les phases matures des forêts. La présence des TGB est également un bon indicateur de la présence de micro-habitats. L'objectif de la méthode étant d'évaluer l'état de conservation d'un type d'habitat, seules les essences autochtones de l'habitat sont à prendre en compte pour la comptabilisation des très gros arbres vivants.

On peut trouver deux types de définition pour les TGB :

- La définition « écologique » : les TGB correspondent aux vieux arbres et de très gros diamètres, qui structurent naturellement les phases matures des forêts. Ces arbres sont importants comme éléments structurants du peuplement utilisés par la faune (nids de rapace par exemple), contenant des cavités et branches mortes dans le houppier et constituant un vivier potentiel de gros bois dépérissant. La présence de cavités est corrélée à l'âge et au diamètre de l'arbre même si dans certains contextes, le lien entre la faune saproxylique et la densité de gros arbres n'a pu être établi. Ils constituent globalement des « micro-habitats » nécessaires à un vaste cortège d'espèces et figurent parmi les substrats les plus importants pour les espèces menacées des forêts tempérées ;
- La définition « sylvicole » : De manière pratique les TGB sont définis comme correspondant aux arbres vivants ayant dépassé le diamètre optimal d'exploitabilité. Ces diamètres varient d'une essence à l'autre selon le niveau de fertilité de la station et l'altitude.

**Dynamique de renouvellement** : Pour les peuplements on regardera s'il y a des problèmes de régénération, à dire d'experts. On ne considèrera que la régénération des essences autochtones de l'habitat. Il s'agit de vérifier que le couvert forestier pourra se renouveler après la senescence des arbres. Il est difficile de déterminer un seuil quantitatif pour cet indicateur, aussi nous proposons des seuils qualitatifs, établis sur la présence de régénération et son avenir. Cet indicateur demande une certaine expertise, et une connaissance préalable de la forêt. À titre d'exemple, dans une forêt à allure irrégulière il peut y avoir un problème de régénération lorsque l'essence qui se régénère est allochtone de l'habitat, lorsqu'il n'y a que des phases âgées sans trouées, ou lorsque la régénération est entièrement consommée par les herbivores.

**Bois mort** : Il est compliqué et chronophage de vouloir relever l'intégralité du bois mort que l'on trouve en forêt. De plus, parmi les enjeux de conservation, les bois morts de gros diamètre sont ceux qui sont les plus sensibles à l'exploitation, et qui sont à privilégier. Ainsi ne seront mesurés que les bois morts sur pieds et au sol affichant un diamètre de plus de 7,5 cm.

**Dendro-micro-habitats** : Le paragraphe 7.2.2.2 du tome 2 Guide d'application (Maciejewski L., 2016) précise que la présence d'insectes saproxyliques doit être étudiée. N'ayant ni les compétences, ni le temps de déployer un protocole spécifique de récolte de ces données, il a été préféré l'évaluation du nombre moyen de dendro-micro-habitats (DMH) par tiges vivantes. La liste ci-dessous précise les micro-habitats retenus pour la présente analyse et leur code respectif :

- Lierre : r
- Tête cassée : t
- Ecorce déhiscente : e
- Champignon : c
- Attaque de pic : a
- Cavité : g
- Loge : h
- Fente : f
- Pourriture : p
- Branche > 10 cm de diamètre : x
- Branche > 30 cm de diamètre : y

## **PARTIE 2 : RESULTATS GENERAUX**



**Photographie 2 : Chandelle**

## A-Présentation du dispositif

### A-1 Stratégie d'échantillonnage

Installé en 2016, le dispositif a fait l'objet d'un seul cycle de mesure réalisé entre septembre et octobre. Le tableau ci-dessous résume les principaux paramètres d'échantillonnage. Au final ce sont 66 placettes qui ont été retenues et réparties sur les divers massifs forestiers de plus de 5 ha (cf. annexe 2). Elles se localisent sur un linéaire de plus de 90km entre Chantenay-Saint-Imbert au sud et Belleville-sur-Loire au nord.

	Cycle 1
Nombre de placette	66
Densité du maillage	Strate 1 : 1 placette/1ha (66 placettes)
Angle relascopique	3 (66)
Diamètre de pré-comptage pour l'angle fixe	30 (66)
Nombre moyen d'arbres (franc-pied) par placette	19,1

Tableau 3 : Principaux paramètres de l'échantillonnage global

### A-2 Nombre d'individus échantillonnés

Le tableau 4 liste les éléments échantillonnés par le PSDRF pour le dispositif considéré. Sont distingués, selon leur origine végétative, les tiges de franc-pied et les tiges de taillis.

Le nombre de billons au sol ne correspond pas nécessairement à un nombre d'individus ; un chablis pouvant par exemple être découpé en plusieurs billons homogènes, en termes de décomposition et de diamètre.

	Cycle 1	
Arbres vivants	1258	Tiges de franc-pied
	239	Tiges de taillis
Bois mort sur pied	263	Arbres morts sur pied
	49	Arbres morts de type chandelle
	3	Souches
Bois mort au sol	64	Billons au sol de diam sup à 30 cm
	378	Billons au sol de diam inf à 30 cm
Régénération	280	Relevés de régénération

Tableau 4 : Principaux paramètres de l'échantillonnage

Au final ceux sont 2 534 éléments qui ont été échantillonnés lors de ce cycle de mesure.

### A-3 Habitats forestiers

Sur l'ensemble du secteur d'étude un grand type d'habitat forestier a été retenu comme étant dominant :

- 44.41 - Grandes forêts fluviales médio-européennes

Il a été retenu selon les cartographies d'habitats présentées dans les Documents d'Objectifs correspondants.

#### A-4 Essences forestières contactées

Le tableau 5 ci-dessous dresse la liste des différents taxons arborescents et arbustifs rencontrés sur les placettes étudiées. Ainsi, 22 essences ont été détectées dont 3 allochtones et 2 considérées comme exotiques et envahissantes à savoir le Robinier faux-acacia et le l'Erable négundo.

Nom vernaculaire	Nom latin	Code	Allochtone
Aulne glutineux	<i>Alnus glutinosa</i>	AUG	
Chêne pédonculé	<i>Quercus robur</i>	CHP	
Erable champêtre	<i>Acer campestre</i>	ERC	
Erable plane	<i>Acer platanoides</i>	ERP	
Erable sycomore	<i>Acer pseudoplatanus</i>	ERS	
Frêne commun	<i>Fraxinus excelsior</i>	FRC	
Orme champêtre	<i>Ulmus minor</i>	ORC	
Peuplier noir	<i>Populus nigra</i>	PEN	
Saule blanc	<i>Salix alba</i>	SAB	
Tilleul petite feuille	<i>Tilia cordata</i>	TIP	
Marronnier	<i>Aesculus hippocastanum</i>	MAR	X
Noyer commun	<i>Juglans regia</i>	NOY	
Orme diffus	<i>Ulmus laevis</i>	ORD	
Robinier faux-acacia	<i>Robinia pseudacacia</i>	ROB	X
Aubépine	<i>Crataegus sp</i>	AUBE	
Cornouiller sanguin	<i>Cornus sanguinea</i>	COS	
Lierre	<i>Hedera sp</i>	LIE	
Prunelier	<i>Prunus domestica</i>	PRU	
Sureau	<i>Sambucus sp</i>	SUR	
Fusain	<i>Euonymus europaeus</i>	FUS	
Nerprun purgatif	<i>Rhamnus cathartica</i>	NER	
Erable négundo	<i>Acer negundo</i>	ERN	X

Tableau 5 : Liste des essences arborescentes et arbustives contactées

#### Ce qu'il faut retenir :

66 placettes inventoriées ont été réparties sur 12 entités de plus de 5 ha et 2 534 éléments ont ainsi été mesurés. Du côté de la diversité végétale, 22 essences forestières ont été rencontrées.

## B-Bois vivant

### B-1 Statistiques générales : moyennes et variations

Le tableau 6 présente la moyenne des principales caractéristiques dendrométriques (volume, surface terrière et nombre de tiges à l'hectare) pour les arbres vivants, accompagnées du coefficient de variation<sup>1</sup> et de la précision<sup>2</sup> associée. On distingue ici, selon leur origine végétative, les arbres de franc-pied du taillis. Ainsi :

- Les perches de franc-pied désignent les arbres de franc-pied de diamètre inférieur à 17,5 cm ;
- Les pré-comptables de franc-pied désignent les arbres de franc-pied de diamètre supérieur à 17,5 cm ;
- Le taillis désigne les arbres de toutes dimensions appartenant à une cépée de plusieurs tiges.

La ligne « total » inclut à la fois les arbres de franc-pied et le taillis. La figure 1<sup>3</sup> complète le tableau 6 en illustrant la variabilité des données entre les placettes

Population		N	G	V	Nombre de placettes
Perches de franc-pied	Moyenne	296.1	3.2	26.4	66
	Coefficient de variation	75.6	71.8	68.2	
	Erreur relative (%)	18.6	17.7	16.8	
	Intervalle de confiance	[241-351.2]	[2.6-3.8]	[22-30.8]	
Précomptables de franc-pied	Moyenne	216.7	18.2	256.7	
	Coefficient de variation	63.3	62.6	67.5	
	Erreur relative (%)	15.6	15.4	16.6	
	Intervalle de confiance	[182.9-250.5]	[15.4-21]	[214.1-299.3]	
Taillis	Moyenne	104.6	3.4	43.3	
	Coefficient de variation	138.2	161.8	175	
	Erreur relative (%)	34	39.8	43	
	Intervalle de confiance	[69-140.2]	[2-4.8]	[24.7-61.9]	
Total	Moyenne	617.5	24.9	326.4	
	Coefficient de variation	45.5	44.4	54.4	
	Erreur relative (%)	11.2	10.9	13.4	
	Intervalle de confiance	[548.3-686.7]	[22.2-27.6]	[282.7-370.1]	

Tableau 6 : Principales caractéristiques dendrométriques pour les arbres vivants (N = densité de tiges (/ha) / G = surface terrière (m<sup>2</sup>/ha) / V = volume (m<sup>3</sup>/ha)

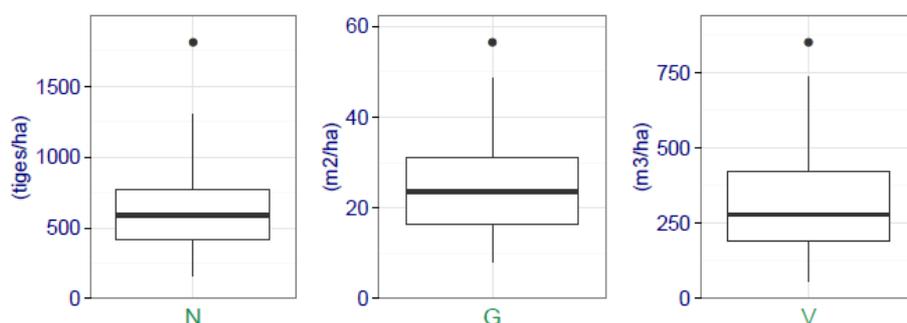


Figure 1 : Variabilité entre les placettes des principales caractéristiques dendrométriques pour les arbres vivants

1. Le coefficient de variation (CV) est le rapport de l'écart-type à la moyenne. Plus la valeur du coefficient de variation est faible, plus les valeurs sont homogènes et plus l'estimation est meilleure
2. L'erreur relative, exprimée en pourcentage, est liée à l'effort d'échantillonnage. Plus il y a de placettes échantillonnées, plus la précision est meilleure. La précision souhaitée est, dans le cas de ce protocole, située aux alentours de 10% sur le volume vivant.
3. Ces figures (boîtes à moustache) permettent d'observer la répartition des données, la position de la valeur médiane et la dispersion des données. Le rectangle correspond à l'intervalle contenant la moitié des observations. Lorsqu'une observation se trouve au-delà des valeurs adjacentes (les "moustaches"), elle peut être considérée comme extrême.

Il est intéressant de comparer ces informations relatives à la zone d'étude aux moyennes des forêts des régions voisines. Concernant le nombre de tiges à l'hectare, la moyenne pour la Bourgogne est de 821 tiges/ha ( $\pm 32$ ), pour la région Centre, elle est de 697 ( $\pm 32$ ) et pour l'Auvergne de 770 ( $\pm 35$ ). La moyenne du secteur d'étude est quant à elle de 617 tiges/ha ce qui est bien en deçà des données des régions voisines mais cohérent avec le type de forêt en place.

Du côté de la surface terrière (G), la moyenne de la région Bourgogne est de 23,6 m<sup>2</sup>/ha ( $\pm 0,7$ ), celle de la région Centre de 21,7 ( $\pm 0,8$ ) et celle de l'Auvergne de 28,9 ( $\pm 1,2$ ). La moyenne du secteur d'étude affiche quant à elle 24,9 m<sup>2</sup>/ha ce qui la place globalement dans la moyenne des régions voisines.

La principale différence apparaît au niveau du volume par hectare. Avec plus 326m<sup>3</sup>/ha le secteur d'étude dépasse largement les régions voisines. La Bourgogne affiche une moyenne de 190m<sup>3</sup>/ha ( $\pm 8$ ), la région Centre 170m<sup>3</sup>/ha ( $\pm 8$ ) et l'Auvergne s'en sort mieux avec 237m<sup>3</sup>/ha ( $\pm 13$ ). On peut affirmer que le secteur d'étude comporte des arbres avec des volumes moyens bien plus importants que le reste des régions limitrophes. Pour comparaison, l'arbre moyen bourguignon cube 0,24m<sup>3</sup>, en Auvergne il est de 0,31m<sup>3</sup>, en région Centre il est de 0,25m<sup>3</sup>/ha et sur le secteur d'étude il est de 0,53m<sup>3</sup>. A la différence du tableau précédent, le tableau 7 présente les principales caractéristiques dendrométriques (volume, surface terrière et nombre de tiges à l'hectare) des arbres vivants par catégories de diamètre, accompagnée de leur coefficient de variation et précision. Dans ce tableau, les arbres de franc-pied et les tiges de taillis ne sont pas différenciés.

Cat		N	G	V	Nombre de placettes
PER	Moyenne	361.7	4	32.5	66
	Coefficient de variation	75.3	71.4	67.3	
	Erreur relative (%)	18.5	17.5	16.5	
	Intervalle de confiance	[294.8-428.6]	[3.3-4.7]	[27.1-37.9]	
PB	Moyenne	139.9	5.5	64.1	
	Coefficient de variation	78	76.8	79.5	
	Erreur relative (%)	19.2	18.9	19.5	
	Intervalle de confiance	[113-166.8]	[4.5-6.5]	[51.6-76.6]	
BM	Moyenne	93	8.9	123.4	
	Coefficient de variation	68.2	67.1	72	
	Erreur relative (%)	16.8	16.5	17.7	
	Intervalle de confiance	[77.4-108.6]	[7.4-10.4]	[101.6-145.2]	
GB	Moyenne	19.7	4.7	75.9	
	Coefficient de variation	119.2	120.7	123.7	
	Erreur relative (%)	29.3	29.7	30.4	
	Intervalle de confiance	[13.9-25.5]	[3.3-6.1]	[52.8-99]	
TGB	Moyenne	3.3	1.8	30.5	
	Coefficient de variation	157.6	150.2	153.8	
	Erreur relative (%)	38.7	36.9	37.8	
	Intervalle de confiance	[2-4.6]	[1.1-2.5]	[19-42]	

**Tableau 7 : Structure du peuplement par catégories de bois (toutes tiges confondues)**

PER (Perches) = diamètre compris entre 7,5 cm et 17,5 cm  
 PB (Petits Bois) = diamètre compris entre 17,5 cm et 27,5 cm  
 BM (Bois Moyens) = diamètre compris entre 27,5 cm et 47,5 cm  
 GB (Gros Bois) = diamètre compris entre 47,5 cm et 67,5 cm  
 TGB (Très Gros Bois) = diamètre supérieur à 67,5 cm.

Des 617 tiges en moyenne qui sont présentes à l'hectare, 501 appartiennent à la catégorie PER ou PB soit 81% et seulement 23 soit 3,7% du total appartiennent aux catégories GB et TGB. Ces chiffres traduisent la prédominance de jeunes tiges dans les peuplements par rapport aux bois matures et anciens. Les BM représentent quant à eux environ 17,5% du nombre de tiges totales.

Concernant les volumes, les PER et PB représentent environ 30% du volume total à l'hectare soit 93,6m<sup>3</sup>. Les BM représentent quant à eux 38% du volume total soit 123,4m<sup>3</sup>/ha tandis que les GB et TGB cumulent 106,4m<sup>3</sup>/ha soit 32,6% du volume total. Malgré le déficit le GB et de TGB face à la prédominance de PER et PB en terme de nombre de tiges, les volumes par hectare et par catégories sont répartis de façon équitable.

## B-2 Structure des peuplements

La figure 2 permet de visualiser la répartition du volume et du nombre de tiges par classe de diamètre (espacées chacune de 5 cm). On distingue ici, selon leur origine végétative, les arbres de franc-pied des tiges de taillis.

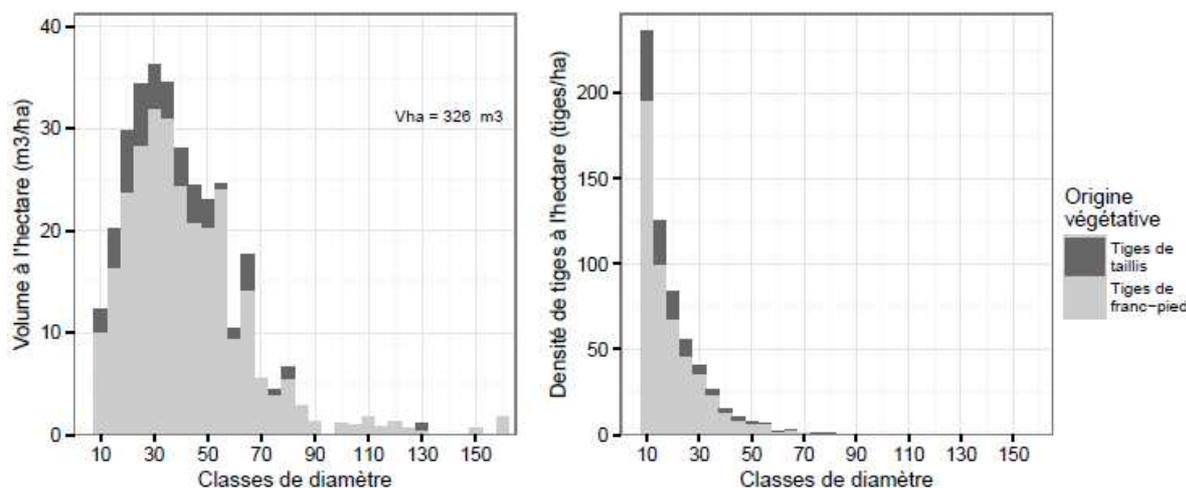


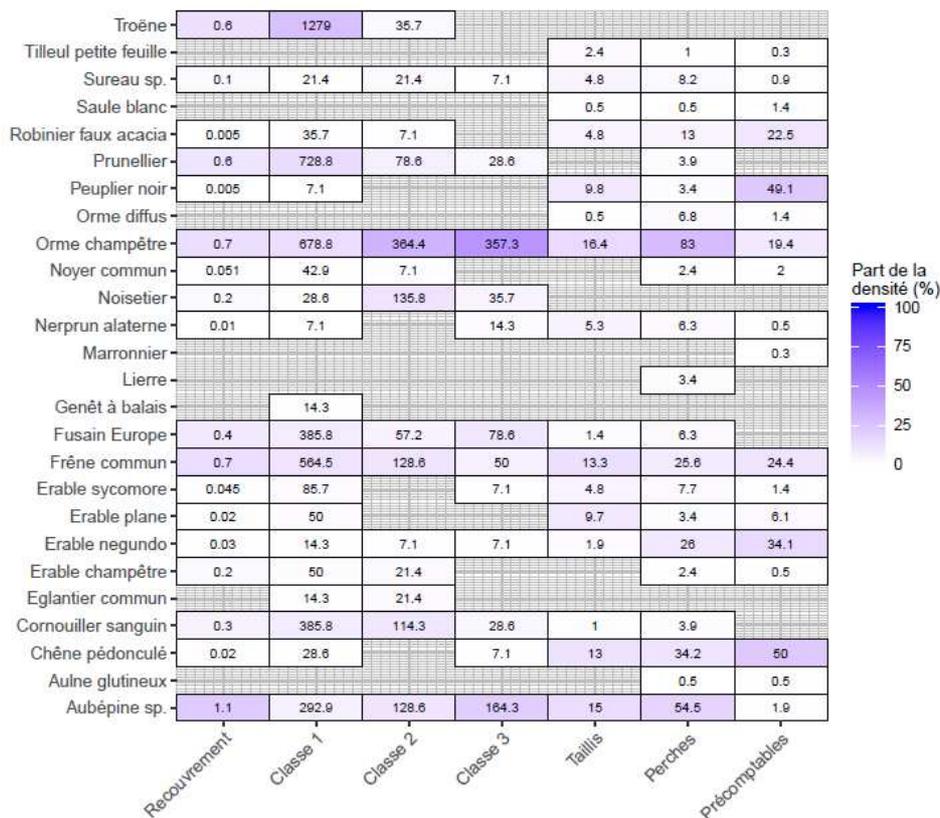
Figure 2 : Répartition du volume et du nombre de tiges par classes de diamètre (arbres vivants)

Cette figure consolide les données du tableau 7 et montre une nette domination des arbres de diamètre inférieur à 27,5 cm en termes de densité à l'hectare. Les tiges de franc-pied représentent quant à elle la majorité des éléments vivants mesurés dans l'ensemble des classes de diamètres.

## B-3 Composition floristique

Sur le dispositif, 26 espèces sous forme de semis, de brins de taillis ou d'arbres de franc-pied ont été échantillonnées. La figure 3 donne une image de la répartition de la densité des différentes essences dans chacun des stades de vie de l'arbre :

- Semis (inférieurs à 50 cm de hauteur ; exprimé en pourcentage de recouvrement) ;
- Classes de régénération (tiges de hauteur supérieure à 50 cm et de diamètre inférieur à 7,5 cm ; classes 1, 2 et 3).
- Brins de taillis (tiges de diamètre supérieur à 7,5 cm) ;
- Perches de franc-pied (tiges dont le diamètre est compris entre 7,5 et 17,5 cm) ;
- Arbres pré-comptables (tiges de diamètre supérieur à 17,5 cm).



**Figure 3 : Répartition de la densité de tiges entre les essences selon les différents stades de vie de l'arbre (tiges/ha).**

Recouvrement = hauteur semis < 50 cm

Classe 1 = hauteur semis > 50cm et < 1,50 m

Classe 2 = hauteur semis > 1,50 m et diamètre < 2,5 cm

Classe 3 = 2,5 cm < diamètre < 7,5 cm

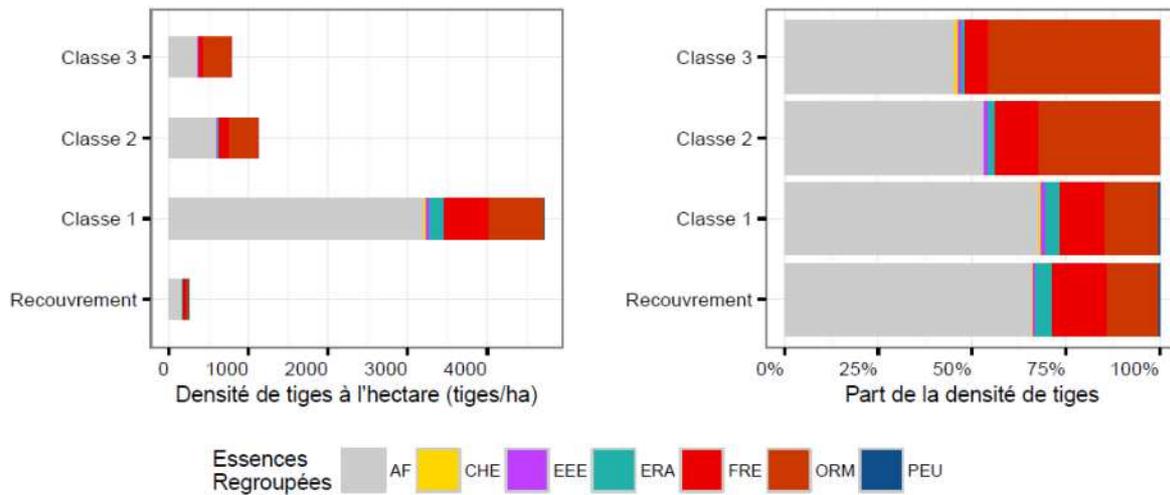
Taillis = diamètre > 7,5 cm

Perches = diamètre compris entre 7,5 cm et 30 cm

Précomptables = diamètre > 30 cm

Ce tableau permet de dresser un état des lieux de la régénération et des arbres d'avenir sur le secteur d'étude. Des classes semis (noté recouvrement) jusqu'aux classes de régénération (notées classe 1,2 ou 3) nous avons une domination des essences non forestières telles que les troènes, aubépines, prunelliers, noisetiers, fusains et cornouillers. D'après la figure 3, le troène, le prunellier, le noisetier, le fusain, le cornouiller et l'aubépine représentent respectivement 60% de la classe 1, 48% de la classe 2 et 42% de la classe 3. Les EEE comme le robinier et l'érable negundo ne représentent qu'un nombre de pieds négligeables dans les différentes classes de recouvrement. Seul le frêne, le chêne et l'orme champêtre semblent assurer leur renouvellement avec des parts de densité de renouvellement et de semis importantes. Dans la classe 1, ces 3 essences accueillent 25% des tiges, dans la classe 2, 43% et dans la classe 3 plus de 50%. Les essences dites « typiques » de la vallée de la Loire comme l'Orme diffus ou le Peuplier noir sont quasi absents des classes de régénération ce qui pourrait compromettre à court et moyen terme leur survie dans la vallée. Du côté des catégories taillis, perches et précomptables, les données sont très différentes. On note la quasi-absence des essences suivantes : troènes, aubépines, prunelliers, noisetiers, fusains et cornouillers ce qui est logique du fait de leur caractère arbustif. La part des EEE augmente progressivement des catégories taillis à précomptables. Dans cette dernière, ces taxons représentent près de 26% des tiges /ha. Les deux essences phares de la vallée de la Loire (l'Orme lisse ou diffus et le Peuplier noir) représentent 10% des tiges/ha de la catégorie taillis, 5% de la catégorie perche mais 23% des précomptables. Les autres essences majeures

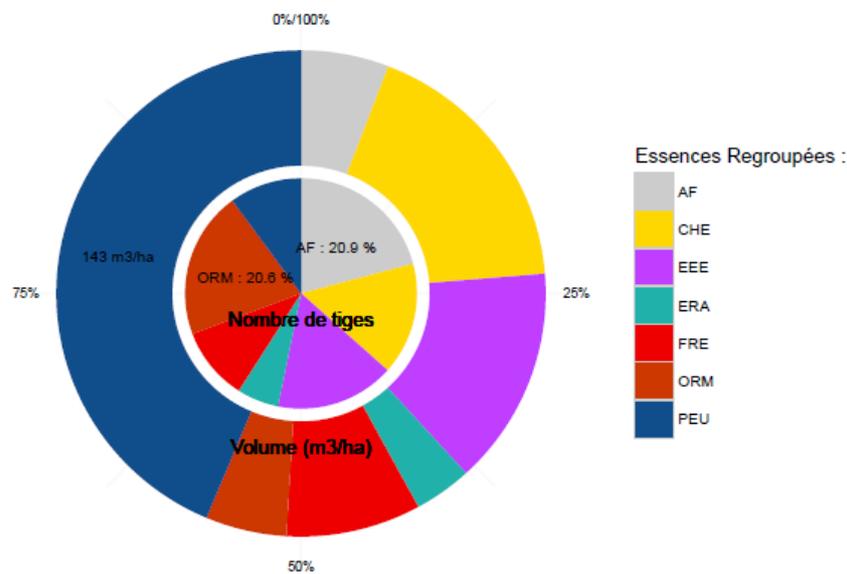
telles que le frêne, le chêne, l'orme champêtre et les érables autochtones représentent 55% des tiges/ha de la catégorie taillis, 53% des perches et 47% des précomptables.



La figure 4 illustre la part relative des différentes essences relevées, selon un regroupement opéré et précisé dans le tableau 8. Elle est constituée de deux cercles concentriques :

- Le cercle « intérieur » présente la part des différentes essences en nombre de tige (Nha) ;
- Le cercle « extérieur » présente la part des différentes essences en volume (m<sub>3</sub>/ha).

Le tableau 7 précise les valeurs absolues et relatives pour chaque groupe d'essence, en nombre de tiges et en volume et complète la figure 4.



**Figure 4 : Répartition des différentes essences relevées-en nombre de tiges et en volume/ha.**

Groupes d'essence	N		V	
AF	128.8	20.9 %	19	5.8 %
CHE	97.3	15.8 %	58.4	17.9 %
EEE	102.4	16.6 %	47.4	14.5 %
ERA	36	5.8 %	12.4	3.8 %
FRE	63.3	10.3 %	29.1	8.9 %
ORM	127.4	20.6 %	17.5	5.4 %
PEU	62.2	10.1 %	142.6	43.7 %

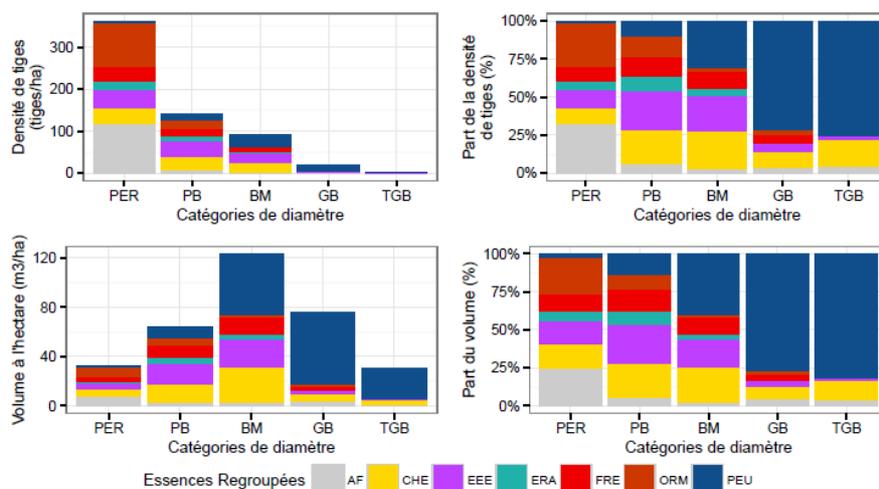
**Tableau 9 : Répartition absolue et relative des différentes essences relevées- en nombre de tiges et en volume**

Nom	Essences regroupées
Aubépine sp.	
Aulne glutineux	
Cornouiller sanguin	
Fusain Europe	
Lierre	
Marronnier	
Nerprun alaterne	
Noyer commun	
Prunellier	
Saule blanc	AF
Sureau sp.	
Tilleul petite feuille	
Eglantier commun	
Genêt à balais	
Noisetier	
Troène	
Espèce indéterminée	
Merisier	
Chêne pédonculé	CHE
Erable négundo	EEE
Robinier faux acacia	
Erable champêtre	
Erable plane	ERA
Erable sycomore	
Frêne commun	FRE
Orme champêtre	
Orme diffus	ORM
Peuplier noir	PEU

**Tableau 8 : Regroupement des essences**

Plusieurs informations intéressantes émanent de ces figures et tableaux. Le Peuplier noir représente seulement 10% des tiges/ha totales mais plus de 43% du volume total. Nous sommes donc en présence d'arbres âgés dont le volume moyen dépasse les 2m<sup>3</sup>. Les ormes (lisses et champêtres) représentent 20,6% des tiges/ha totales mais seulement 5,4% du volume total/ha. Ce sont donc majoritairement des tiges de faibles diamètres et jeunes non attaquées par la graphiose. Les EEE représentent 16,6% des tiges et 14,5% du volume total à l'hectare ce qui est non négligeable. Les chênes, érables et frênes constituent quant à eux 31,9% des tiges à l'hectare et 30,6% du volume.

La figure 5 précise la figure précédente en introduisant la notion de structure du peuplement. Ainsi, on visualise la distribution des essences relevées (regroupement précisé dans le tableau 8) dans les différentes catégories de diamètre, à la fois en densité et en volume, pour toutes tiges confondues (taillis et franc-pied).



**Figure 5 : Composition absolue ou relative en nombre de tiges et en surface terrière, par catégories de bois.**

PER (Perches) = diamètre compris entre 7,5 cm et 17,5 cm  
 PB (Petits Bois) = diamètre compris entre 17,5 cm et 27,5 cm  
 BM (Bois Moyens) = diamètre compris entre 27,5 cm et 47,5 cm  
 GB (Gros Bois) = diamètre compris entre 47,5 cm et 67,5 cm  
 TGB (Très Gros Bois) = diamètre supérieur à 67,5 cm.

D'après ces informations nous sommes face à des peuplements forestiers jeunes encore dominés par des essences allochtones mais de plus en plus menacées par les EEE comme le robinier et l'érable négundo. Les peupliers et ormes lisses sont vieillissants et/ou sujet aux maladies comme la graphiose et voient leurs effectifs diminuer. Sur le terrain, nous avons pu constater que les jeunes peupliers sont rares et cantonnés à quelques îles encore sujettes aux modifications induites par le fleuve. Beaucoup de peuplements évoluent vers les forêts de feuillus à bois durs dominés par le chêne voire les érables pour les terrasses les plus hautes.

**Ce qu'il faut retenir :**

Avec 617 tiges/ha et une surface terrière de 24,9m<sup>2</sup>/ha, le secteur d'étude se classe globalement dans les moyennes des régions voisines à savoir la Bourgogne, le Centre et l'Auvergne même si une analyse à l'échelle des sylvo-écorégions de l'IFN/IGN donnerait certainement des résultats un peu différents. La principale différence provient du volume / ha qui est de 326m<sup>3</sup> soit bien supérieur aux moyennes des régions voisines. L'arbre moyen de la zone d'étude cube 0,53m<sup>3</sup> ce qui est environ deux fois supérieure à l'arbre moyen des régions alentours. En terme de structure, on note une nette domination des tiges de petits diamètres (<27,5 cm) tant en terme de densité que de volume. La présence d'EEE est aussi très marquée dans ces jeunes peuplements ce qui à court et moyen terme pourrait poser des problèmes de régénération des essences autochtones.

## C-Bois mort

Le bois mort est impliqué dans le cycle de vie de nombreuses espèces animales (insectes, oiseaux, mammifères, reptiles, amphibiens, etc...). Ils sont aussi extrêmement précieux pour d'autres organismes, comme les champignons, les plantes et les lichens. On estime qu'1/5 de la faune et de la flore de nos forêts ont besoin de l'habitat et de la nourriture offerts par le bois mort. Une grande diversité de types de bois mort (catégories de diamètres, stades de décomposition, etc.) est essentielle à l'accueil de l'ensemble du cortège saproxylique. La décomposition du bois, par les champignons lignicoles notamment, permet d'autre part de recycler la matière organique en nutriments essentiels à la régénération naturelle notamment dans les cas des résineux en montagne. Ce mécanisme entretient de fait la fertilité des sols forestiers.

### C-1 Données générales, moyennes et variations

Le tableau 8 présente la moyenne obtenue pour le volume de bois mort ainsi que sa répartition selon la taille et la position. Les moyennes sont accompagnées du coefficient de variation et de la précision associée. Le volume total moyen de bois mort sur pied et au sol est de 46,3 m<sup>3</sup>/ha. Les données de l'IFN pour les régions Bourgogne et Centre ne permettent pas une comparaison précise des volumes. Toutefois, avec 15,2m<sup>3</sup>/ha de bois mort au sol pour la région Bourgogne et à peine 8,9m<sup>3</sup>/ha pour la région Centre, le secteur d'étude qui affiche un volume de bois mort au sol moyen < 30 cm de 18,8m<sup>3</sup>/ha et un volume moyen de 9,2m<sup>3</sup>/ha pour le bois mort au sol > 30 cm paraît quant à lui bien plus riche que la moyenne de ces deux régions. Le régime des crues de la Loire et la faible pression sylvicole ne sont certainement pas étrangers à ce volume de mort au sol.

Cycle		Volume sur pied < 30 cm de diam	Volume sur pied > 30 cm de diam	Volume au sol < 30 cm de diam	Volume au sol > 30 cm de diam	Volume total	Nombre de placettes
1	Moyenne	11	7.3	18.8	9.2	46.3	66
	Coefficient de variation	102.2	266.4	113.1	234.2	102.7	
	Erreur relative (%)	25.1	65.5	27.8	57.6	25.2	
	Intervalle de confiance	[8.2-13.8]	[2.5-12.1]	[13.6-24]	[3.9-14.5]	[34.6-58]	

Tableau 10 : Volume de bois mort (total et selon la taille et la position) en m<sup>3</sup>/ha

### C-2 Structure

#### C-2.1 Répartition du bois mort par classe de surface

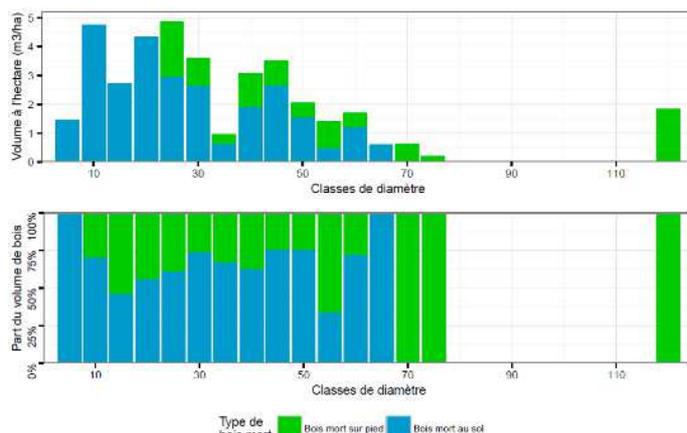
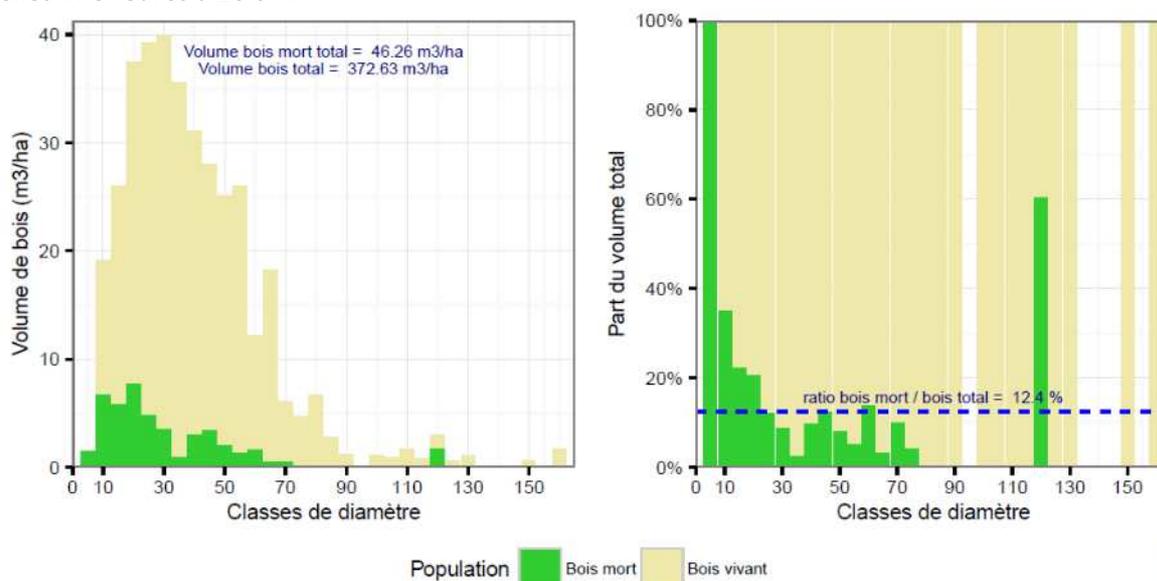


Figure 6 : Répartition des volumes de bois mort par classes de diamètre

La figure 6 ventile le volume à l'hectare de bois mort sur pied et au sol par classes de surface. D'après les deux graphiques, on constate une grande hétérogénéité dans la répartition des volumes ainsi qu'un manque de bois mort dans les TGB. Les bois morts qu'ils soient sur pieds ou au sol de moins de 30 cm de diamètre comptent pour 64,4% du volume de bois mort total à l'hectare. Ce chiffre prouve nettement le manque de bois mort de gros diamètres pourtant nécessaire à la survie de nombreuses espèces saproxyliques très spécialisés. A l'échelle européenne le constat est identique, les GB et TGB morts font défaut.

### **C-2.2 Ratio volume de bois mort vs volume total**

Cet indicateur exprime une potentialité en fonction de la productivité du peuplement. On considère qu'au-delà de 15% en moyenne sur toutes les phases du cycle, on est dans des proportions proches des conditions naturelles. La figure 7 est une représentation graphique du ratio. Elle permet de visualiser la répartition - en absolu et en relatif - du volume de bois mort et de bois vivant par classe de diamètre (espacées chacune de 5 cm). On constate que le ratio bois mort/bois vivant à l'hectare est en moyenne de 12,4% soit en deçà des 15% préconisés (46,26m<sup>3</sup>/ha contre 372,63m<sup>3</sup>/ha de bois vivant). Seules quelques classes de diamètre dépassent cette valeur notamment dans les plus petites, celles inférieures à 20 cm.



**Figure 7 : Importance relative du bois mort par classes de diamètre**

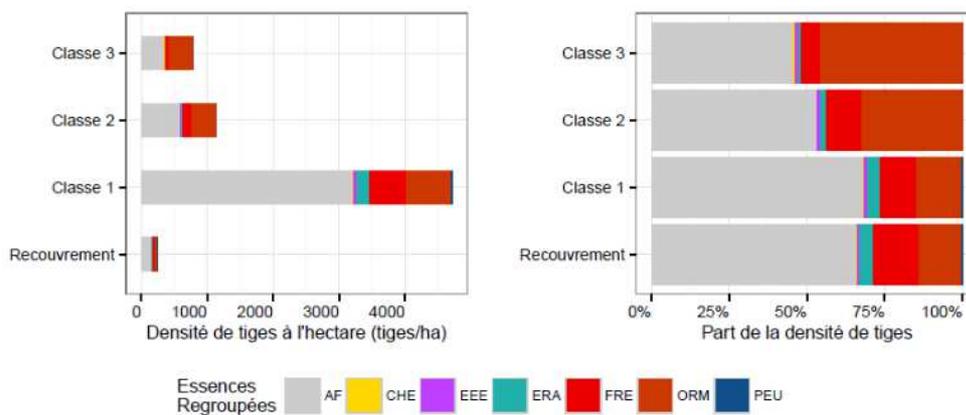
Sur les 26 espèces échantillonnées au total par le dispositif, 18 présentent des signes de mortalité. Ainsi ceux sont les peupliers noirs qui représentent les plus gros volumes de bois mort avec 19,3m<sup>3</sup>/ha soit 40% du total. Ce bois mort est majoritairement constitué de billons au sol et d'arbres morts sur pied de plus de 30 cm de diamètre.

#### **Ce qu'il faut retenir :**

Le volume de bois mort au sol est de plus de 46m<sup>3</sup>/ha plaçant le secteur d'étude bien au-dessus des valeurs moyennes des régions alentours. On constate ainsi un déficit marqué du volume de bois mort des arbres de plus de 30 cm de diamètre. Le ratio bois mort/bois vivant est quant à lui de 12,4% soit inférieur de 3% à la valeur moyenne recommandée sur toutes les phases du cycle pour s'approcher au mieux d'un fonctionnement naturel.

## D-Régénération

La figure 8 ci-dessous, présente la densité de régénération par essences et par classes de semis. On constate que la densité quelle que soit la classe ne dépasse pas 5 000 tiges/ha. Les valeurs sont même inférieures à 1 000 tiges/ha pour les classes 2/3 et le recouvrement. Du côté des essences, l'orme, le frêne et les essences dites « regroupées » (notées AF, cf. tableau 6) constituent l'essentiel de la régénération donc des tiges d'avenir. Le peuplier, essence phare de la vallée de la Loire, est aujourd'hui quasiment absent de la régénération. 2 points capitaux sont donc à retenir de cette figure. Le premier, c'est le déficit de tiges et de semis dans les différentes classes de la régénération et le second, c'est la disparition des essences typiques de la Loire au détriment d'essences comme l'orme champêtre ou le frêne.



**Figure 8 : Régénération par stade de développement**

Recouvrement = hauteur semis < 50 cm

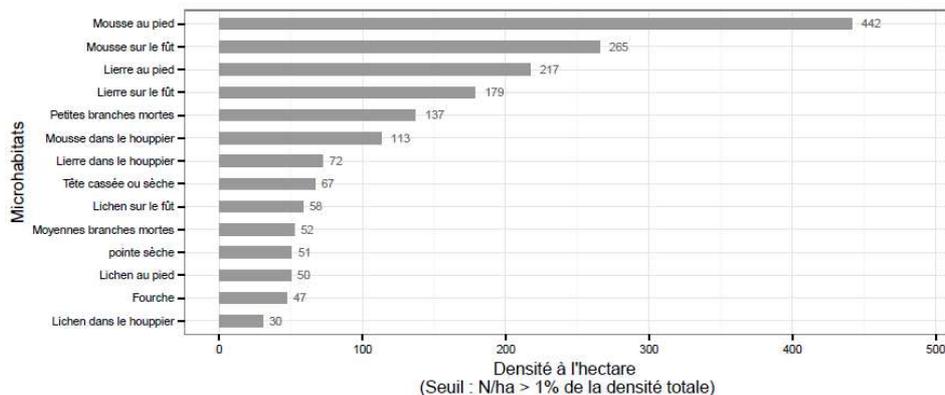
Classe 1 = hauteur semis > 50cm et < 1,50 m

Classe 2 = hauteur semis > 1,50 m et diamètre < 2,5 cm

Classe 3 = 2,5 cm < diamètre < 7,5 cm

## E-Dendro-micro-habitats

Les dendro-micro-habitats (DMH) constituent une grande part de la complexité de l'écosystème forestier. Ils offrent des refuges, des lieux de reproduction, d'hibernation et de nutrition pour de nombreuses espèces. A ce jour, le PSDRF permet de relever ces DMH selon 2 principales codifications. La figure 9 présente la densité des DMH les plus représentés (leur densité représente au moins 1% de la densité totale de DMH). C'est sans réelle surprise que nous retrouvons les DMH « mousse » et « lierre » en tête du classement avec une présence sur plus de 200 tiges à l'hectare en moyenne. Les DMH « cavité », « loge » ou « champignon » sont quant à eux beaucoup moins fréquents. Sans surprise, ce sont les TGB qui accueillent le plus de DMH avec en moyenne avec 4 micro-habitats par tige. Les autres classes de diamètres suivent avec en moyenne entre 2,8 et 3,3 DMH/tige.



**Figure 9 : Densité à l'hectare des DMH les plus représentés**

**Ce qu'il faut retenir :**

Avec une régénération qui ne dépasse pas 5 000 tiges /ha voire qui est inférieure à 1 000 tiges/ha pour les classes 2 et 3, la question de la pérennité du renouvellement des peuplements est posée. En sus de ces valeurs, on constate que peu d'essences forestières proprement dites affichent un nombre de semis rassurant pour l'avenir. Beaucoup des semis sont issus d'essences arbustives et secondaires comme le noisetier, le troène, l'aubépine ou le fusain.

Les DMH « mousse » et « lierre » sont les plus représentés sur les différentes tiges notées. Avec 4 DMH en moyenne par tige, ceux sont les les TGB qui abritent le plus de micro-habitats propices à une faune et une flore riche et fragile.

### PARTIE 3 : EVALUATION DE L'ETAT DE CONSERVATION



Photographie 3 : Galeries de scolytes sur orme mort

La récolte des données précédemment analysées permet de juger de l'état de conservation des différentes placettes puis de l'ensemble du secteur d'étude (cf. tableau 2).

## A-Intégrité de la composition

L'intégrité dendrologique de chaque placette peut-être approchée par le pourcentage de surface terrière (G) des essences allochtones par rapport à la surface terrière totale de la placette.

### A-1 Surface terrière des essences allochtones

La surface terrière moyenne pour les 66 placettes étudiées est d'environ 24,87 m<sup>2</sup>/ha soit plus que la moyenne des deux régions (cf. tableau 6). La surface terrière minimale obtenue sur le dispositif est de 7,98m<sup>2</sup>/ha (placette d'ormes lisses morts en intégralité et de petits diamètres) tandis que la valeur maximale est de 56,6m<sup>2</sup>/ha (placette de très gros bois de peupliers noirs). Le dispositif de suivi mis en place nous permet de connaître la surface terrière par essence. Ainsi, il est possible de calculer un ratio entre la surface terrière totale et la surface terrière des essences allochtones (ou exotiques).

Statistique	G ha (m <sup>2</sup> /ha)
Nb. d'observations	66
Minimum	0
Maximum	25,540
1er Quartile	0,000
Médiane	0,548
3ème Quartile	7,178
Moyenne	4,155
Variance (n-1)	38,614
Ecart-type (n-1)	6,214

La surface terrière moyenne des essences allochtones est de 4,1 m<sup>2</sup>/ha par placette ce qui représente environ 15% de la surface terrière totale. Les valeurs les plus élevées de surface terrière des essences allochtones dépassent les 20m<sup>2</sup>/ha avec un maximum de 25,54 m<sup>2</sup>/ha.

Seulement 31 placettes affichent une surface terrière de 0m<sup>2</sup>/ha pour les essences allochtones soit 47%. Ce chiffre ne veut pas dire qu'aucun pied d'essence allochtone n'est présent car seuls les arbres vivants de plus de 7,5 cm de diamètre ont été pris en compte dans les mesures. Des arbres inférieurs à ce diamètre d'essences allochtones pourraient être présents mais non comptés. 53% des placettes (35) abritent donc des essences allochtones d'après les valeurs de G. 8% des placettes voient leur surface terrière totale composée à plus de 50% d'essences allochtones (cf. tableau 9).

G m <sup>2</sup> /ha d'essences allochtones	Nombre de placettes	Pourcentage
G=0	31	47
0<G≤25	18	27
25<G≤50	12	18
G>50	5	8

Tableau 11 : Pourcentage de placettes par classes de surfaces terrières pour les essences allochtones

Concernant la notation, 47% des placettes affichent un ratio de G d'essences allochtones inférieures à 1% soit à peine la moitié. 23% affichent un ratio de G d'essences allochtones supérieures à 30%.

% de G des essences allochtones	Notes	Nombre de placette	% du nombre
Aucune essence allochtone de l'habitat (< 1%)	0	31	47
1 à 5 % d'essences allochtones de l'habitat	-5	3	4,5
5 à 15 % d'essences allochtones de l'habitat	-10	12	18
15 à 30 % d'essences allochtones de l'habitat	-30	5	7,5
Plus de 30 % d'essences allochtones de l'habitat	-40	15	23

Tableau 12 : Pourcentage de placettes par classes de notes pour les essences allochtones

## **A-2 Espèces Exotiques Envahissantes**

La fréquence d'apparition de la vigne vierge dans les relevés de chaque placette a été notée. Seulement 5 placettes sont concernées par l'espèce sur 3 secteurs différents de la vallée.



**Photographie 4 : Vigne vierge**

Il est important de noter que ces 5 placettes présentaient des surfaces terrières pour les essences allochtones de 0 m<sup>2</sup>/ha. Cela passe donc le nombre de placettes concerné par les EEE à 40 sur 66 soit 60% du total.

Derrière ces chiffres, nous avons la confirmation de la nette présence des espèces allochtones autrement des Espèces Exotiques Envahissantes au sein des forêts alluviales de la zone d'étude. Au final, peu de forêts paraissent épargnées par ce phénomène qui semble s'accroître d'année en année. Des boisements purs de robiniers ou d'érables négundo sont présents çà et là tout au long de la vallée avec plus ou moins de vigueur. La Loire, fleuve majeur du territoire français se comporte comme une véritable « autoroute » pour la dissémination de ces espèces.

## B-Cycle sylvi-génétique

### B-1 Très Gros Bois Vivants (TGB)

Les Très Gros Bois vivants (diamètre supérieur à 67,5 cm) permettent de juger en partie de la maturité d'un peuplement forestier. Dépassant les diamètres standards d'exploitabilité leur présence indique souvent un recul de l'activité sylvicole favorable au maintien et à l'installation de cortèges faunistiques et mycologiques bien particuliers. Ces phases finales de déclin et de sénescences apparaissent comme étant les plus menacées aujourd'hui en Europe et sont généralement manquantes dans les forêts exploitées. L'objectif n'est pas de faire de l'ensemble des habitats forestiers d'intérêt communautaire des habitats sénescents mais bien de permettre qu'ils soient plus présents (Lindenmayer et al., 2006).

C'est le ratio entre la surface terrière des TGB (G TGB) et la surface terrière totale (G totale) du peuplement qui permet d'appréhender cette partie de l'évaluation de l'état de conservation.

Ratio entre G TGB et G totale	Notes	Nombre de placette	% du nombre
15 % < G TGB/Gtot	5	12	18,2
8 % < G TGB/Gtot < 15 %	0	10	15,1
5 % < G TGB/Gtot < 8%	-5	2	3
2 % < G TGB/Gtot < 5%	-10	0	0
G TGB/Gtot < 2%	-20	42	63,7

Tableau 13 : Pourcentage de placettes par classes de notes pour les essences allochtones

63,7% des placettes étudiées (soit 42) affichent un ratio G TGB/G tot < 2% et donc une note de -20. Dans le détail, ces 42 placettes affichent en réalité un ratio de 0 ce qui veut dire qu'elles sont dépourvues de TGB. 22 placettes soit 33,3% du nombre abritent au moins 8% de TGB et donc des notes de 8 ou 5. Les placettes concernées par ses valeurs sont celles abritant des peupliers noirs âgés et de gros diamètres représentant de gros volumes unitaires. 3 placettes affichent un ratio G TGB/G tot compris entre 2 et 8%.

Ces chiffres confirment les valeurs dendrométriques globales qui montrent un déficit net de TGB sur le secteur d'étude.

### B-2 Dynamique de renouvellement

La prise en compte de la régénération sur les placettes permet de juger de sa dynamique de renouvellement et donc de la capacité du peuplement à se reconstituer et s'entretenir sans l'intervention de l'homme. Quasiment 38% des placettes affichent des problèmes marqués de régénération (sur 3 sous-placettes caractérisées par placettes aucune ne présente de régénération). Si l'on rajoute les 28,8% de régénération site « moyenne », c'est près des 2/3 des placettes qui affichent un problème dans la dynamique de renouvellement. De plus, les essences présentent dans la régénération sont bien souvent des essences arbustives telles que le troène ou l'aubépine. Le déficit voire l'absence de semis de peupliers, d'ormes, de chênes ou d'essences arborescentes « nobles » est criante et créera à l'avenir d'importantes modifications dans la constitution des peuplements.

Dynamique de renouvellement	Notes	Nombre de placette	% du nombre
Aucun problème de régénération (Si 2 ou 3 sous-placettes régénérées)	0	22	33,3
Régénération "moyenne" (quelques problèmes de régénération) (Si 1 sous placette régénérée)	-5	19	28,8
Problèmes de régénération très important (Si 0 sous placettes sont régénérées)	-10	25	37,9

Tableau 14 : Dynamique de renouvellement

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces chiffres :

- La Loire malgré son qualificatif de « fleuve sauvage » a été fortement remodelée depuis plusieurs siècles. Les endiguements, canalisation ou barrages ont très certainement modifié en profondeur son fonctionnement impactant par la même occasion les boisements alluviaux ;
- La moindre fréquence et expansion des crues depuis quelques décennies (en lien avec les endiguements) pourrait aussi être une des clés des problèmes de régénération des boisements ;
- Les modifications climatiques pourraient aussi impacter la régénération de certaines espèces autochtones au profit d'espèces allochtones comme le robinier ou l'érable negundo ;
- La jeunesse des peuplements est aussi un point capital dans la régénération. Les boisements alluviaux des bords de Loire sont des milieux relativement jeunes. Le peu de semis en sous-bois pourrait tout simplement s'expliquer de cette manière.

## C-Cycle de la matière

### C-1 Analyse du nombre de bois morts

Avec 46,3m<sup>3</sup> de bois mort au sol ou sur pied par hectare les secteurs d'étude dépassent largement les valeurs moyennes des régions voisines Centre, Bourgogne et Auvergne (cf C.1). D'après le tableau 13, près de 33% des placettes affichent plus de 6 arbres morts sur pied et au sol d'au moins 30 cm de diamètre par hectare et 25,8% plus de 8 arbres morts (sur pied ou et sol) de 30 cm de diamètre /ha OU plus de 6 arbres morts (sur pied ou au sol) de 30 cm de diamètre /ha DONT (au moins) 1 GB mort. Si l'on additionne ces deux catégories près de 60% des placettes sont concernées par au moins 6 arbres mort ou au sol de plus de 30 cm de diamètre par hectare ce qui est important. Quasiment aucune placette (3) affichent moins de 1 arbre mort (sur pied et au sol) de 30 cm de diamètre/ha.

Nombre de bois mort	Notes	Nombre de placette	% du nombre
Plus de 8 arbres morts (sur pied ou et sol) de 30 cm de diamètre /ha OU plus de 6 arbres morts (sur pied ou au sol) de 30 cm de diamètre /ha DONT (au moins) 1 GB mort	5	17	25,8
entre 6 et 8 arbres morts (sur pied et au sol) de 30 cm de diamètre /ha	0	22	33,3
entre 3 et 6 arbres morts (sur pied et au sol) de 30 cm de diamètre /ha	-5	15	22,7
entre 1 et 3 arbres morts (sur pied et au sol) de 30 cm de diamètre /ha	-10	9	13,6
moins de 1 arbre mort (sur pied et au sol) de 30 cm de diamètre /ha	-20	3	4,6

Tableau 15 : Nombre de bois mort

Ces valeurs de bois morts relativement importantes (notamment pour les bois au sol) en comparaison des boisements des régions voisines peuvent s'expliquer par le fonctionnement du fleuve. La Loire par ses crues et débordements plus ou moins réguliers charrie de nombreux bois arrachés en amont. A la faveur de la décrue, les bois (qualifiés de laisse de crues ou embâcles) ainsi flottés sont déposés dans les boisements alluviaux alentours. Ainsi, le bois mort au sol comptabilisé ne provient pas toujours de la placette en elle-même. Selon l'importance de la crue, ces bois peuvent parcourir plusieurs dizaines de kilomètres. De plus, l'absence de sylviculture sur certain secteur (notamment les îles) permet aux arbres de réaliser la totalité de leur cycle végétatif et donc de mourir et de se décomposer *in situ*.

### **C-2 Dendro-micro-habitats (DMH)**

50% des placettes affichent moins de 1 DMH/tige soit 33 placettes et seulement 8% affichent plus de 2 DMH/tiges. Ces données sont cohérentes avec le déficit de GB et TGB vivants du secteur d'étude. En effet, les arbres de grosse section donc plus vieux sont susceptibles d'abriter plus de micro-habitats favorables à une faune et une flore particulière. Aujourd'hui, le manque de données au niveau régional ou national ne permet pas de comparaison.

Nombre moyen de DMH par tige	Notes	Nombre de placette	% du nombre
> 2 DMH/tige	0	5	8
$1 \leq \text{DMH} \leq 2$ /tige	-5	28	42
< 1 DMH /tige	-10	33	50

Tableau 16 : Nombre de DMH

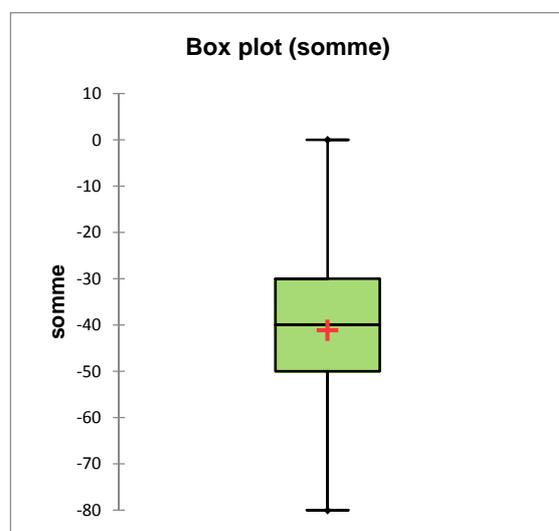
### **D-Etat de conservation**

La récolte de ces multiples données dendrométriques sur le terrain permet pour chaque placette de leur attribuer une note allant de +10 à -120 traduisant leur état de conservation selon les critères retenus dans le tableau 2 (cf. annexe 3). Une note globale est donc donnée à chacune des placettes puis un diagramme en radar (cf. annexe 4) vient préciser la note pour chaque critère.

Ainsi, la note moyenne de l'état de conservation des 66 placettes s'avère être de -41 sur -120. Elle situe l'état de conservation global du secteur d'étude dans la catégorie « état altéré » tout en étant relativement proche de la catégorie « état favorable ». La figure 11 ci-dessous est une représentation graphique en boîte à moustache de ces valeurs. Elle permet de se donner une idée de la répartition des valeurs de part et d'autre de la moyenne, de la médiane et des quartiles. Avec un maximum de 0 et un minimum de -80, on voit que la majorité des notes se concentrent dans un court intervalle de 20 points compris entre -30 et -50. Cela traduit la relative homogénéité des placettes quant aux critères retenus.



Figure 10 : Moyenne des notes de l'état de conservation



Statistique	
Nb. d'observations	66
Minimum	-80,000
Maximum	0,000
1er Quartile	-50,000
Médiane	-40,000
3ème Quartile	-30,000
Moyenne	-41,136
Variance (n-1)	316,766
Ecart-type (n-1)	17,798

Figure 11 : Représentation Box-plot des notes de l'état de conservation des placettes

21% des placettes sont dans un état de conservation considéré comme « favorable », 77% dans un état « altéré » et 1,5% dans un état dégradé. Plus précisément, 5 placettes affichent une note de -70 et pourraient à court terme basculer vers un état de conservation « dégradé ». Ce sont des placettes marquées par l'absence de GB et TGB, sans régénération et affichant un net déficit de bois mort. A contrario, 8 placettes affichent une note de -30 et pourraient basculer dans un état de conservation jugé « favorable » dans les prochaines années. Elles sont difficiles à caractériser car elles n'affichent de critères de différenciation distincts mais généralement elles manquent de TGB et n'affichent que trop peu de DMH.

Les cartes en annexe 4, localise géographiquement chacune des placettes sur le secteur d'étude en fonction de leur état de conservation estimé. La moitié des placettes à l'état de conservation « favorable » se localisent dans les boisements alluviaux situés entre La Charité-sur-Loire et Marseille-lès-Aubigny. Ces boisements sont en amont de la Réserve Naturelle National du Val de Loire. Il serait intéressant de voir si cette prédominance d'état jugé « favorable » se poursuit au sein de la Réserve Naturelle.

## Conclusion

Le premier cycle de mesure de l'état de conservation des boisements alluviaux de la vallée de la Loire et de l'Allier a permis de mesurer, caractériser et compiler un importants nombre de données dendrométriques grâce à la mise en place de 66 placettes permanentes de suivi. Ainsi, ces plusieurs milliers de données permettent de dresser un état des lieux relativement précis de l'état de conservation global des boisements alluviaux. Situé au-dessus de la moyenne des régions Bourgogne, Centre et Auvergne pour les volumes de bois vivants ou de bois morts à l'hectare ou le volume de l'arbre moyen, les boisements du secteur d'étude sont néanmoins bien en deçà des moyennes régionales concernant le nombre de tiges à l'hectare ou tout juste dans la moyenne pour la surface terrière. Avec un déficit net de jeunes tiges rendant la régénération délicate, un ratio bois mort/bois vivant au-dessous des 15% sur l'ensemble du cycle sylvicole et la présence marquée d'EEE (robiniers, érable négundo), les placettes affichent sans surprise une note de -41 sur -120 leur conférant un état de conservation global jugé « altéré ». Toutefois et malgré ces chiffres, plusieurs placettes du fait de leur note pourraient basculer dans un état de conservation « favorable ».

## Bibliographie

LINDENMAYER, D.B., FRANKLIN, J.F., FISCHER, J., 2006. General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological conservation*, 131: 433–445.

Maciejewski, L., 2016. État de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire, Evaluation à l'échelle du site Natura 2000, Version 2. Tome 1 : définitions, concepts et éléments d'écologie. Mars 2016. Rapport SPN 2016-75, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 82 p.

Maciejewski, L., 2016. État de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire, Evaluation à l'échelle du site Natura 2000, Version 2. Tome 2 : Guide d'application. Mars 2016. Rapport SPN 2016-75, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. 62 p.

## Annexe 1 : Protocole PSRDF



### NOTICE POUR LA MISE EN PLACE ET LA SAISIE DES DONNEES DU PROTOCOLE DE SUIVI DENDROMETRIQUE DES RESERVES FORESTIERES

#### *Bref rappel du contexte et des objectifs*

La survie de plus de 20% des espèces forestières européennes est liée au **volume, à la diversité et à la continuité du bois mort**. A l'heure où le concept de naturalité est en plein développement, prônant une **gestion plus proche de la nature**, de nombreux éléments de la **dynamique naturelle du bois mort** dans les forêts européennes restent néanmoins méconnus.

Développé, discuté, testé puis validé par l'ENGREF, RNF, l'ONF, le CEMAGREF et l'IFN, ce **protocole dendrométrique simple** permet d'appréhender de façon simultanée :

- la caractérisation du peuplement et notamment du bois mort ;
- l'analyse des flux de bois vivants et de bois morts ;
- le suivi de la composition en essence ;
- le suivi des gros bois ;
- le suivi du capital sur pied ;
- et le suivi du renouvellement.

Le protocole de suivi des espaces forestiers protégés a un double intérêt :

- il permet de participer à l'évaluation de l'**état de conservation initial** de la forêt étudiée,
- l'installation de placettes permanentes permet un **suivi de la dynamique** de ces peuplements dans le temps et dans l'espace, suivi particulièrement fin en ce qui concerne l'origine et le type de bois mort (arbres morts sur pied, chablis, volis).

Ce protocole cible les massifs forestiers d'une taille supérieure à 5 ha à condition qu'elles soient de forme très compacte. En cas de périmètre très découpé, il est préférable de porter le seuil à 15-20 ha. Le protocole pourra également être utilisé pour des îlots de sénescence, à condition de respecter les seuils précédents.

## 1. Préparation (maillage, cheminements...)

### 1.1. Nombre de placettes

Le nombre de placettes à implanter est déterminé par la formule  $e_r = \frac{CV}{\sqrt{n}}$  en fonction de la précision souhaitée ( $e_r$ ) et du coefficient de variation (CV).

Le coefficient de variation correspond au niveau d'hétérogénéité de la surface forestière échantillonnée. Plus la forêt est homogène (habitats, âge des peuplements, diversité d'essences, sols, relief, gestion, etc.), plus le CV est faible.

L'erreur relative est elle liée à l'effort d'échantillonnage. Plus il y a de placettes échantillonnées, plus la précision est meilleure.

Elle peut facilement être mise en œuvre à l'aide de la figure ci-dessous.

Erreur relative				
	5%	10%	15%	20%
10%	2,0	1,0	0,7	0,5
15%	3,0	1,5	1,0	0,8
20%	4,0	2,0	1,3	1,0
25%	5,0	2,5	1,7	1,3
30%	6,0	3,0	2,0	1,5
35%	7,0	3,5	2,3	1,8
40%	8,0	4,0	2,7	2,0
45%	9,0	4,5	3,0	2,3
50%	10,0	5,0	3,3	2,5
55%		5,5	3,7	2,8
60%		6,0	4,0	3,0
65%		6,5	4,3	3,3
70%		7,0	4,7	3,5
80%		8,0	5,3	4,0
90%		9,0	6,0	4,5
100%		10,0	6,7	5,0
110%			7,3	5,5
120%			8,0	6,0

CV/er	n
0,8	5
1,1	7
1,4	10
1,6	12
1,8	15
2,1	20
2,4	25
2,7	30
2,9	35
3,1	40
3,5	50
3,9	60
4,2	70
4,5	80
4,8	90
5,0	100
5,5	120
6,0	140
6,4	160
6,8	180
7,2	200
7,5	220
7,9	240
8,4	275
8,8	300
9,2	325
9,5	350
9,8	375
10,2	400

**Exemple :** si le coefficient de variation est estimé à 50% et la précision souhaitée fixée à 10%, cela conduit à mettre en place environ 100 placettes.

En pratique, il n'est pas souhaitable d'échantillonner plus d'une placette à l'hectare. Pour les grandes réserves, il est inutile d'avoir plus de 250 placettes par strate.

Les valeurs ci-dessous fournissent des ordres de grandeur.

5 ha : 10 placettes  
 15 à 50 ha : 1 placette / ha  
 100 ha : 80 placettes  
 250 ha : 180 placettes  
 500 ha : 200 placettes  
 1000 ha : 250 placettes

### 1.2. Répartition des placettes

Les placettes sont installées de manière systématique suivant une maille carrée. En fonction du nombre de placettes choisi ci-dessus et de la surface échantillonnée, il est possible de déterminer la distance entre chaque point par une simple formule :  $D = \frac{\sqrt{(S \times 10000)}}{\sqrt{n}}$ , D étant un côté de la maille carrée, S la surface en ha et n le nombre de placettes préalablement choisi.

Par exemple, pour une surface de 500 ha, on a choisi d'implanter 200 placettes. Dans ce cas, on pourra choisir un maillage 150x150 m.

**Remarque :** Etant entendu que chaque placette a un rayon d'au moins 20 m, les centres des placettes devront au minimum être **espacés de 60 m les uns des autres** voire plus.

**Stratification :** Dans le cas des « grandes » réserves, il convient au préalable d'examiner l'intérêt de procéder à un découpage du domaine d'inventaire en strates. Le protocole sera alors appliqué par strates.

*NB : une strate correspond à une portion de l'espace sur laquelle existe soit un besoin particulier d'information, soit une homogénéité plus grande.*

En cas de mise en place d'un dispositif de comparaison forêt gérée/forêt non gérée, chaque modalité est considérée comme une strate. On se ramène donc au cas précédent.

Il est en général inutile d'avoir plus de trois strates. De même, il n'est en général pas nécessaire de stratifier par type de peuplement, sauf si au moment de la mise en place du dispositif, l'espace à échantillonner présente de grosses différences.

Par principe, l'appartenance à une strate ne doit pas dépendre de l'opérateur et ne doit pas être déterminée a posteriori.

### 1.3. Localisation des placettes

Afin de déterminer les cheminements jusqu'au centre des placettes, on peut caler le maillage choisi sur une carte de la réserve par le biais d'un logiciel SIG (arcview, geoconcept, mapinfo...). Si les cartes sont géoréférencées, on dispose de la position géographique des placettes, ce qui peut permettre, dans d'idéales conditions et en l'absence de points de repère, de les retrouver sur le terrain grâce à l'utilisation d'un GPS. Autrement, en faisant apparaître les lignes de parcelles, les chemins forestiers, etc. il est possible de décider d'un cheminement à l'aide de l'azimut et de la distance.

**Exemple :** Prendre le chemin forestier *a*. Celui-ci coupe la ligne de parcelle *x*. La suivre vers le nord pendant 125 m puis suivre l'azimut 250 gr sur 158 m.

#### Remarques :

- L'écartement entre placettes correspond à des distances horizontales mais le plan de localisation des placettes indiquera les **distances parcourues selon la pente**.
- Le cheminement devra être assez précis pour que les centres des placettes soient connus à 5 m près.
- Il convient d'éviter des cheminements trop longs.
- Les placettes doivent si possible être accessibles directement à **partir d'une origine et non pas à partir d'une autre placette**.

## 2. Equipement

Sont nécessaires sur le terrain les outils suivants :

- 1 GPS
- 1 compas
- 1 mètre ruban long (pour mesurer la circonférence dans le cas d'arbres de très gros diamètres)
- 1 vertex (avec correction de pente si possible)
- 1 relascope (jauge correspondant à l'angle relascopique choisi)
- 1 boussole en grades
- 1 topofil
- 1 quantité jugée suffisante de tiges métalliques (fer à béton de plus de 50 cm) ou bornes de géomètre (ex : bornes FENO) pour matérialiser le centre de placette
- 1 marteau
- 6 jalons de 1 m (bois, métal, plastique)
- fiches terrains
- crayon et gomme

**Remarque :** Dans le cas où la surface échantillonnée est en zone intégrale, il est possible de mieux matérialiser la placette. Dans ce cas, des plaques numérotées peuvent être emportées (elles pourront être posées sur 3 arbres en triangle autour du centre de la placette).

### 3. Implantation et matérialisation de la placette sur le terrain

Comme expliqué précédemment, les placettes sont matérialisées si possibles à partir de points fixes (lignes de parcelles, angle de propriété, borne). En cas d'absence de points de repère, les placettes seront installées au GPS.

Les placettes seront matérialisées de manière permanente par un piquet métallique (fer à béton, borne de géomètre) au centre. Les informations nécessaires à la recherche ultérieure de la placette seront notées avec soin sur la feuille de terrain (schéma et annotations).

- Plan de cheminement par rapport à un repère stable (si plus de repères peuvent être utilisés ou si le cheminement emprunté diffère de celui arrêté dans le plan de localisation des placettes)
- Repérage du centre par rapport à deux ou trois objets caractéristiques : marque sur un rocher, arbre d'essence ou de dimension particulière (ne pas oublier de préciser le type de matérialisation utilisée : fer à béton, borne de géomètre, etc.),
- Coordonnées GPS (Système de coordonnées, longitude, latitude, précision au moment de la mesure).

**Remarque :** Il est préférable de cumuler les informations facilitant la recherche ultérieure. Un plan définitif de localisation des placettes sera réalisé (format A4 ou A3).

Il est également important de noter :

- Le nom de la forêt
- Le numéro de la placette
- L'équipe qui réalise l'échantillonnage
- La date de l'échantillonnage
- La pente en %
- L'exposition (si pente supérieure à 10%)

De plus, il est essentiel de préciser si la **pente est corrigée automatiquement** pour chaque mesure ; il faut pour cela disposer d'un télémètre permettant une correction automatique. La distance notée sera alors la distance horizontale. A défaut, les tableaux ci-dessous permettront de réaliser les corrections nécessaires.

Correction de pente pour les hauteurs et les distances (pour chaque mesure)

Rayons équivalents prenant en compte la correction de pente pour la mise en place de placettes circulaires de 10 et 20 m de rayon

Angle	Pente	Correction		Correction relative	
		Hauteur	Distance	Hauteur	Distance
0.0	0%	1.00	1.00	0%	0%
2.9	5%	1.00	1.00	0%	0%
5.7	10%	1.00	1.00	0%	0%
8.5	15%	1.00	0.99	0%	1%
11.3	20%	1.00	0.98	0%	2%
14.0	25%	1.00	0.97	0%	3%
16.7	30%	1.00	0.96	0%	4%
19.3	35%	0.99	0.94	1%	6%
21.8	40%	0.99	0.93	1%	7%
24.2	45%	0.98	0.91	2%	9%
26.6	50%	0.98	0.89	2%	11%
28.8	55%	0.97	0.88	3%	12%
31.0	60%	0.96	0.86	4%	14%
33.0	65%	0.95	0.84	5%	16%
35.0	70%	0.93	0.82	7%	18%
36.9	75%	0.92	0.80	8%	20%
38.7	80%	0.90	0.78	10%	22%
40.4	85%	0.88	0.76	12%	24%
42.0	90%	0.86	0.74	14%	26%
43.5	95%	0.84	0.72	16%	28%
45.0	100%	0.82	0.71	18%	29%
46.4	105%	0.79	0.69	21%	31%
47.7	110%	0.77	0.67	23%	33%
49.0	115%	0.74	0.66	26%	34%
50.2	120%	0.72	0.64	28%	36%
51.3	125%	0.69	0.62	31%	38%
52.4	130%	0.67	0.61	33%	39%
53.5	135%	0.64	0.60	36%	40%
54.5	140%	0.62	0.58	38%	42%
55.4	145%	0.59	0.57	41%	43%
56.3	150%	0.57	0.55	43%	45%

Pente	10	20
0%	10,00	20,00
5%	10,01	20,01
10%	10,02	20,05
15%	10,06	20,11
20%	10,10	20,20
25%	10,15	20,31
30%	10,22	20,44
35%	10,29	20,59
40%	10,38	20,76
45%	10,47	20,94
50%	10,57	21,15
55%	10,68	21,37
60%	10,80	21,60
65%	10,92	21,84
70%	11,05	22,10
75%	11,18	22,36
80%	11,32	22,63
85%	11,46	22,91
90%	11,60	23,20
95%	11,74	23,49
100%	11,89	23,78
105%	12,04	24,08
110%	12,19	24,39
115%	12,34	24,69
120%	12,50	25,00
125%	12,65	25,30
130%	12,81	25,61
135%	12,96	25,92
140%	13,12	26,23
145%	13,27	26,54
150%	13,43	26,85

Enfin, il est indispensable de préciser l'habitat dans lequel l'échantillonnage est effectué. Sur la feuille de terrain, veuillez noter le **code CORINE** qui correspond à l'habitat de la placette. Afin de le déterminer à posteriori ou pour apporter des précisions, il peut se révéler intéressant de noter les **caractères stationnels** ou les **informations phytoécologiques** principales caractérisant le milieu.

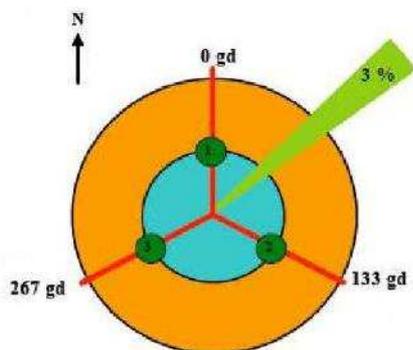
**Remarque :** afin d'éprouver rapidement la qualité du plan de localisation, les placettes peuvent être toutes matérialisées par une équipe puis échantillonnées par une autre. Lors du passage de la deuxième équipe, le manque d'informations pour localiser certaines placettes pourra être souligné et le plan de localisation amélioré dès la première campagne.

#### 4. Echantillonnage

##### 4.1. Temps de réalisation

Sous des conditions idéales (plaine, plusieurs repères, lignes...), deux personnes expérimentées peuvent échantillonner jusqu'à 8 placettes par jour. Si le terrain est accidenté, il est rare que plus de 4 placettes soient achevées, ceci dû en particulier au temps de déplacement entre les placettes. Pour donner un ordre d'idée et en incluant le temps de formation, de déplacement, de saisie des données, on arrive facilement à un total de **120 jours homme** pour la mise en place de 180 placettes.

#### 4.2. Types et techniques d'échantillonnage



Vivant	D1.30 >= 30	Angle fixe de 3%
	7.5 < D1.30 < 30	Cercle de 10 m de rayon
	D1.30 < 7.5	3 cercles de 1.5 de rayon
Mort sur pied	D1.30 >= 30	Cercle de 20 m de rayon
	7.5 < D1.30 < 30	Cercle de 10 m de rayon
Mort au sol	5 < diam < 30	Echantillonnage linéaire
	Diam > 30	Cercle de 20 m de rayon Cubage par bâilleurs

L'échantillonnage est réalisé par **au moins deux personnes**. L'une, au centre de la placette, prend les azimuts et saisie les données sur la feuille de terrain, l'autre prend les mesures, juge l'intérêt écologique de chaque arbre et donne sa distance au centre de la placette.

Il n'y a pas d'ordres définis pour réaliser l'échantillonnage. Certains voudront commencer par les transects et la régénération, d'autres préféreront finir avec ces relevés. Cependant, au début, il peut être utile de laisser ces deux opérations pour la fin ; les jalons permettant de visualiser plus rapidement les distances.

Au départ, plusieurs tours seront certainement nécessaires pour réaliser les relevés. Par exemple, on peut décider de prendre « tous les plus de 30 » (vivants, morts sur pied, morts au sol) en un tour (pour éviter les erreurs, commencer à 0 grade en tournant dans le sens horaire) ; puis, lors du deuxième tour, de prendre les perches vivantes et mortes sur pied.

**Remarque 1 :** une fois la technicité et le coup d'œil acquis et dans de bonnes conditions, un seul tour peut être suffisant pour relever les arbres précomptables et les perches.

**Remarque 2 :** la règle suivante sera utilisée pour distinguer les arbres vivants des arbres morts. Si la partie vivante est très réduite et si plus de 50% du volume est en train de se décomposer, l'arbre sera considéré comme mort. En observation, il sera noté qu'il possède encore des branches vivantes.

**Remarque 3 :** Dans le cas d'arbres vivants, penchés ou encroués, si l'angle avec le sol est inférieur à 20°, ils seront rangés dans la catégorie des arbres au sol. En observation, il sera noté que ces arbres sont vivants. Les autres chablis qui présentent des réitérations, et qui par conséquent sont encore vivants, seront inventoriés avec les autres pièces de bois au sol.

#### 4.3. Arbres vivants de diamètre $\geq$ 30 cm

Ces arbres sont échantillonnés avec des placettes de type « **angle fixe** ». L'angle retenu correspond à 3%. Autrement dit, un arbre sera compté si son diamètre (cm) est supérieur à 3 fois la distance (m) au centre.

**Remarque 1 :** Il est possible d'utiliser un relascope de Bitterlich pour identifier les plus « probants ». Mais, il reste indispensable d'aller vérifier les diamètres et la distance au centre pour chacun d'eux afin de vérifier s'il rentre bien dans le ratio de 3%. Dans le cas contraire, l'arbre peut être noté en **arbre limite**. Cet arbre n'interviendra pas dans les calculs de volume, d'accroissement en volume mais sera, par contre, utilisé dans d'autres bases de données.

**Remarque 2 :** L'angle fixe couramment utilisé est de 3% ; cependant, il est possible de l'adapter au contexte stationnel (le diminuer pour échantillonner plus d'arbres dans le cas de peuplements jeunes ou au contraire, l'augmenter pour diminuer le nombre de tiges pré comptables dans le cas de vieux peuplements). **Une fois déterminé et utilisé, l'angle ne peut être changé.**

Pour ces arbres, on relèvera :

- L'essence (voir la liste sur la feuille de terrain et les abréviations utilisées ; essayer de toujours aller jusqu'à l'**espèce**)
- L'azimut **en grades, au pied de l'arbre** (attention au magnétisme de certains télémètres ; faire particulièrement attention aux azimuts des arbres qui serviront de repère pour retrouver le centre de la placette).
- La distance au centre en mètres
- *La pente dans le cas où la pente n'est pas automatiquement corrigée,*
- **Deux** diamètres perpendiculaires (D1 correspondant au diamètre perpendiculaire au rayon de la placette)
- Les codes écologiques selon les critères (codification au choix, voir annexes).

#### 4.4. Arbres vivants de diamètre $<$ 30 cm

Ces arbres sont échantillonnés sur un cercle de 10 m de rayon. Les informations recueillies sont pratiquement les mêmes que pour les arbres de diamètre  $\geq$  30 cm. Les différences sont les suivantes :

- Une seule mesure de diamètre : les arbres de petite dimension ne sont en général pas méplats.
- L'origine végétative de l'arbre est notée ainsi : O / N (colonne taillis). Elle doit permettre de détecter une différence de longévité.

**Remarque 1 :** Les données pour les arbres vivants seront notées dans le même tableau sur la fiche de terrain.

**Remarque 2 :** Le diamètre se mesure, côté amont en cas de pente, en évitant les excroissances, au-dessus des contreforts de l'empatement de l'arbre et sur l'écorce dégagée du lierre, des mousses, etc. Dans le cas de tiges jumelles, si leur soudure est située à une hauteur supérieure à 1,30 m, on la considère comme un seul arbre et une seule mesure est prise. Si elle est au-dessous, on mesure séparément chaque tige.

#### 4.5. Régénération

Les tiges seront comptabilisées sur 3 placettes de rayon 1,5 m disposées en étoile à 10 m du centre de la placette. La première est installée au nord, la deuxième à 133 grades, la troisième à 267 grades. Noter qu'en utilisant les jalons, ces placettes correspondent à cercle de rayon 1,5 m dont les centres sont les 3 jalons situés à 10 m.

On relèvera ici :

- Le **numéro** de la sous-placette (noté 1, 2 et 3 et non A, B et C).
- L'essence
- O ou N en fonction de l'origine végétative du pied,
- Le **nombre de tiges** de la même essence pour chaque classe de diamètre
- Le **pourcentage** de recouvrement de semis (moins de 50 cm de hauteur) issus de la même essence (on notera 1% dès lors qu'un semis de telle ou telle essence est échantillonné sur la sous-placette),
- Indiquer si l'essence est abrutie ou non. (O/N)

**Remarque :** Le taillis non précomptable (tiges de plus de 50 cm de haut et de 2,5 cm de diamètre) est également à relever. Comme pour les semis, on distinguera 3 classes.

**Exemple :**

Ss-placette	Essence	Taillis	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Recouvrement	Abrouissement
2	HET	N	2	3	0	5%	N
2	HET	O			1		N

**Classes de semis** (rappelées sur la feuille de terrain).

Classe 1 :  $0,5 < H < 1,5$  m

Classe 2 :  $H > 1,5$  m et  $D < 2,5$  cm

Classe 3 :  $2,5 \text{ cm} < D < 7,5$  cm

Semis  $< 50$  cm noté en recouvrement (%).

**Optionnel :** Ces sous-placettes de régénération peuvent également servir à suivre le recouvrement d'une ou plusieurs espèces. Ce peut être, par exemple, des plantes considérées comme un frein au processus de régénération ou bien comme indicatrices de certains stades de développement.

#### 4.6. Arbres morts au sol de diamètre $> 30$ cm

En fonction de la longueur de la pièce au sol ou d'autres critères (décroissance significative, fourche, stades de décomposition très différents), on peut choisir de **découper l'arbre en billons** de longueur variable. Si le billon  $< 5$  m de long, possibilité de ne prendre que le diamètre médian (Dm). Dans le cas où le billon est  $> 5$  m de long, mesurer les 3 diamètres (Dini, Dfin, Dm). Dans le seul cas des arbres morts au sol ( $> 30$  cm et transects), un arbre pourra être représenté par une ou plusieurs lignes (plusieurs billons, branches d'un même individu).

Pour chaque arbre échantillonné, indiquer :

- Le **numéro de l'arbre** (puisque il y a la possibilité d'avoir plusieurs billons par arbre),
- L'essence (si l'identification semble impossible, noter R.D ou F.D ou IND)
- L'azimut (prendre le point du billon le plus proche du centre),
- La distance au centre (prendre le point du billon le plus proche du centre),

- Le diamètre médian (cm) et si nécessaires les diamètres initiaux et finaux,
- La longueur de la pièce de bois (en m) – ne pas oublier de ne prendre en compte que la partie de l'arbre dont le diamètre est supérieur à 30 cm.
- La proportion du billon en contact avec le sol (%),
- L'origine de la pièce au sol (O / N) : uniquement si la pièce de bois est rattachée à la souche. L'information a pour objectif de mesurer le flux de bois mort arrivant brutalement au sol.
- Le stade de décomposition du billon noté 4.3

**Rappel :** Du fait de la découpe 30 cm, les diamètres médians, initiaux et finaux doivent tous être supérieurs à 30 cm.

**Remarque 1 :** Lorsque la pièce de bois est limite, seule la partie à l'intérieur de la placette est mesurée.

**Remarque 2 :** En cas de chablis, le volume de la galette n'est pas mesuré. La longueur devra être prise au niveau du collet.

### Stades de décomposition

#### Ecorce

1. Présente sur tout le billon
2. Présente sur plus de 50% de la surface
3. Présente sur moins de 50% de la surface
4. Absente du billon

#### Pourriture du bois

1. Dur ou non altéré
2. Pourriture <1/4 du diamètre
3. Pourriture entre 1/4 et 1/2 du diamètre
4. Pourriture entre 1/2 et 3/4 du diamètre
5. Pourriture supérieure à 3/4.

#### 4.7. Arbres mort au sol de diamètre compris entre 5 et 30 cm

L'échantillonnage est ici constitué de **3 transects linéaires de 20 m de longueur, disposés en étoile** (azimuts nord, 133 et 267 grades - soit une distance totale échantillonnée de 60 m par placette). Ces transects peuvent être matérialisés de différentes manières :

- Par l'implantation de jalons à 10 et 20 m ou
- Par l'utilisation de « décamètres » réenrouleurs

Les données issues de l'échantillonnage linéaire seront intégrées de cette façon :

- Numéro du transect : 1, 2 ou 3 (possibilité de localiser plus précisément la pièce de bois en notant 11 si elle appartient aux 10 premiers mètres du premier transect, 12 si elle appartient aux 10 derniers mètres du premier transect, etc.),
- Essence (si l'identification semble impossible, noter R.D, F.D ou IND)
- Diamètre (mesuré au niveau de l'intersection),
- Angle de la pièce (degrés)
  - o par rapport au sol si longueur transects corrigée (distance horizontale = 20m)
  - o par rapport à l'horizontal si longueur non corrigée (distance réelle = 20 m)
  - Systématiquement **inférieur à 50 deg.**
- Contact avec le sol sous forme d'une variable binaire : O / N,
- Origine de la pièce de bois au sol (chablis): O / N,
- Stade de décomposition.

**Remarque :** Ici, le stade de décomposition ainsi que le fait qu'il y ait contact ou non avec le sol sont appréciés à l'endroit de la prise de diamètre.

#### 4.8. Arbres morts sur pied

Les arbres morts sur pied sont, en général, relevés en même temps que les arbres vivants. Ils correspondent aussi bien aux arbres qui viennent de dépérir qu'aux volis et aux souches. Ils sont inventoriés en utilisant deux cercles concentriques de 10 et 20 m de rayon. Pour le cercle de 10 m, le diamètre de précomptage est de 7,5 cm. Il est de 30 cm pour le cercle de 20 m.

Les deux types d'arbres requièrent des relevés identiques, que sont :

- L'essence,
- L'azimut (gr) depuis le centre de la placette,
- La distance (m) au centre,
- La pente, dans le cas où elle n'est pas corrigée automatiquement,
- Le diamètre (à 1,30 m pour les types A ou V, médian autrement),
- La hauteur (m),
- Les codes écologiques,
- Le type : A (arbre), V (volis), S (souche),
- Le stade de décomposition,

**Remarque :** Les données pour les arbres morts sur pied quelque soit leur diamètre seront saisies dans le même tableau sur la fiche de terrain.

#### **Types d'arbres morts sur pied**

Type A : il correspond aux bois morts qui peuvent être cubés en utilisant le même tarif de cubage que pour les arbres vivants. C'est le cas des arbres qui viennent de dépérir, ou bien des arbres qui ont perdu une partie de leurs rameaux fins, mais pas de parties importantes de leur squelette.

Type V : il comprend les volis de hauteur supérieure à 1,30 m, ainsi que les arbres ayant perdu une partie importante de leur squelette. Ces objets seront cubés en appliquant au diamètre à 1,30m une décroissance métrique par défaut de 1cm/m et en estimant sur le terrain une hauteur. Le choix de la décroissance métrique pourra être adapté localement.

Type S : il comprend les volis de hauteur inférieure à 1,30 m, ainsi que les souches non déracinées. Les souches sont échantillonnées quelque soit leur hauteur. Ce type de bois mort sur pied sera cubé à partir d'un diamètre médian et d'une hauteur (formule du cylindre). On distinguera les souches d'origine naturelle (SN) et les souches d'origine anthropique (SA), issues de la gestion forestière.

Annexe 1 : codification PROSILVA

Notation écologique d'un arbre

Critères écologiques				Notabilité	Changements	Avantage	Répondant		
				Code					
Arbres mort sur pied	100	Individu mort sur pied (tronc, charnière, voiles)	110	de gros diamètre (Diam > 30 cm)	111	4	3	4	
				de faible diamètre (Diam < 30 cm)	112	2	2	2	
		Coupénet - présence de signature du bûcheron	120		121	1	1	1, 2	
		Coupénet - présence de clous/piquets lignicoles	130	Moins de 2 coupénetes	131	3, 5		2	
			140	Plus de 2 coupénetes	132	1, 5		2	
Arbre dépérissant	200	Individu dépérissant à massicot pour laisser pointer sur pied ("finis inférieurs")	210		210	4	2	3, 4	
		Individu émarginé	220		220	4	2	4	
		Individu creux	230		230	3	4	4	
Arbres vivants	300	Individu présentant une ou plusieurs branches mortes, essorés ou dépétrés (dépétrage de branche supérieure à 1m)	310	Moins de 5 branches mortes de gros diamètre (Diam > 10 cm)	311	2	2	2, 3	
				Plus de 5 branches mortes de gros diamètre	312	3	3	3, 5	
				Moins de 3 branches mortes de faible diamètre (Diam > 5 cm)	313	2	1	1	
				Plus de 3 branches mortes de faible diamètre	314	3	2	1	
				Individu mal conformé	320	Individu fourchu ou jinelle présentant un défaut de portance	321	3	
				322	Individu malif, bas-tronçon, sinués, torsionés	323	3		2
		Individu ayant une ou plusieurs cavités ou un trou de Pic (sur tronc, branches)	330	En hauteur	331	3	4	4	3
				Au pied (bessure, empiètement)	332	1	2	1	2
				En dessous d'une branche sèche	333	3	4	4	2
				Série de trous de pic superposés	334	4	4	4	3
				En formation	335	2	3	2	2
		Individu ayant une ou plusieurs brèches dans le bois (chassés, décollements de l'écorce)	340	En hauteur, assez longue	341	3	4	3, 5	
				En hauteur, relativement courte	343	4	3	2, 5	
				Proche du sol, assez longue	345	1	2	2	
				Proche du sol, relativement courte	347	3	2	2	
				En formation	349	2	3	2	
		Individu présentant une ou plusieurs blessures aux écorces	350	Sur le tronc	351	3	5	3	
				Au pied	352	1	1	2	
		Individu à maintenir en fonction de sa position au sein du peuplement	360	Individu en hauteur en bordure d'un chemin, d'un contourment	361	3	2	2	
				Individu situé à proximité de bois mort au sol (rôle de couvert)	362	1		3	
Maintien d'un arbre en fonction de l'essence	370	Individu à maintenir pour augmenter la diversité en espèces autochtones	371	4		3			
		Individu à maintenir pour augmenter la part des feuillus	372	4		4			
Autres critères	380	Individu de gros diamètre ou contenant un gros bois en dévital	381	4		4			
		Individu à maintenir pour améliorer la structure du peuplement	382	3		3			
		Indiv. de forme caractéristique pointu du tronc (sur quelques mètres)	391	2		1			
		Présence de lierre couvrant le tronc et/ou une partie des branches	392	3		3			
	Présence de mousse et/ou lichens sur le tronc	393	1		2				

Légende : Notation  
 Importance du critère écologique  
 1 - faible  
 2 - moyenne  
 3 - forte  
 4 - indéterminable  
 \* : si exist



Taxe de l'étude PNR Vosges du Nord & PRO SILVA FRANCE - Quantification du rôle d'une gestion écologique - 2009

## Annexe 2 : codification ENGREF

### Codes écologiques

#### Critères par localisation (*en présence absence*)

G	Cavité (gap)	<b>Localisation :</b> 1 Pied (<1 m) 2 Fût 3 Houppier
H	Loge (house) (mettre autant de H que de loges)	
F	Fente (>1cm)	
A	Attaques de pics (pour consommation)	
P	Pourriture	
I	Blessure (injury)	
C	Champignon	
E	Ecorce déhiscente	
B	Mouse (bryophyte)	>1/2 surface développée
L	Lichen	
R	Lierre	

#### Branches mortes (en nombre)

- S Petites (small) - Diam = 5-10 cm
- X Moyennes - Diam = 10-30 cm
- Y Grandes - Diam >30 cm
- Z Ensemble du squelette (dans ce cas il n'est pas nécessaire de préciser le nombre) (dès que S+X+Y > 10)

#### Autres codes :

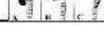
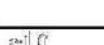
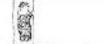
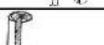
- K Fourche (fork) (*uniquement si présomption de terreau*)
- T Tête cassée ou sèche
- D Individu dépérissant
- U Individu bas branchu, sinueux, tortueux
- J Individu en lisière, en bordure d'un chemin, d'un cloisonnement
- Q Individu situé à proximité de bois mort au sol (rôle de couvert)
- M1 Individu mort - Diam < 30 cm
- M2 Individu mort - Diam > 30 cm
- V Diversité en espèce autochtone
- W Diversité en structure verticale

#### Exemple

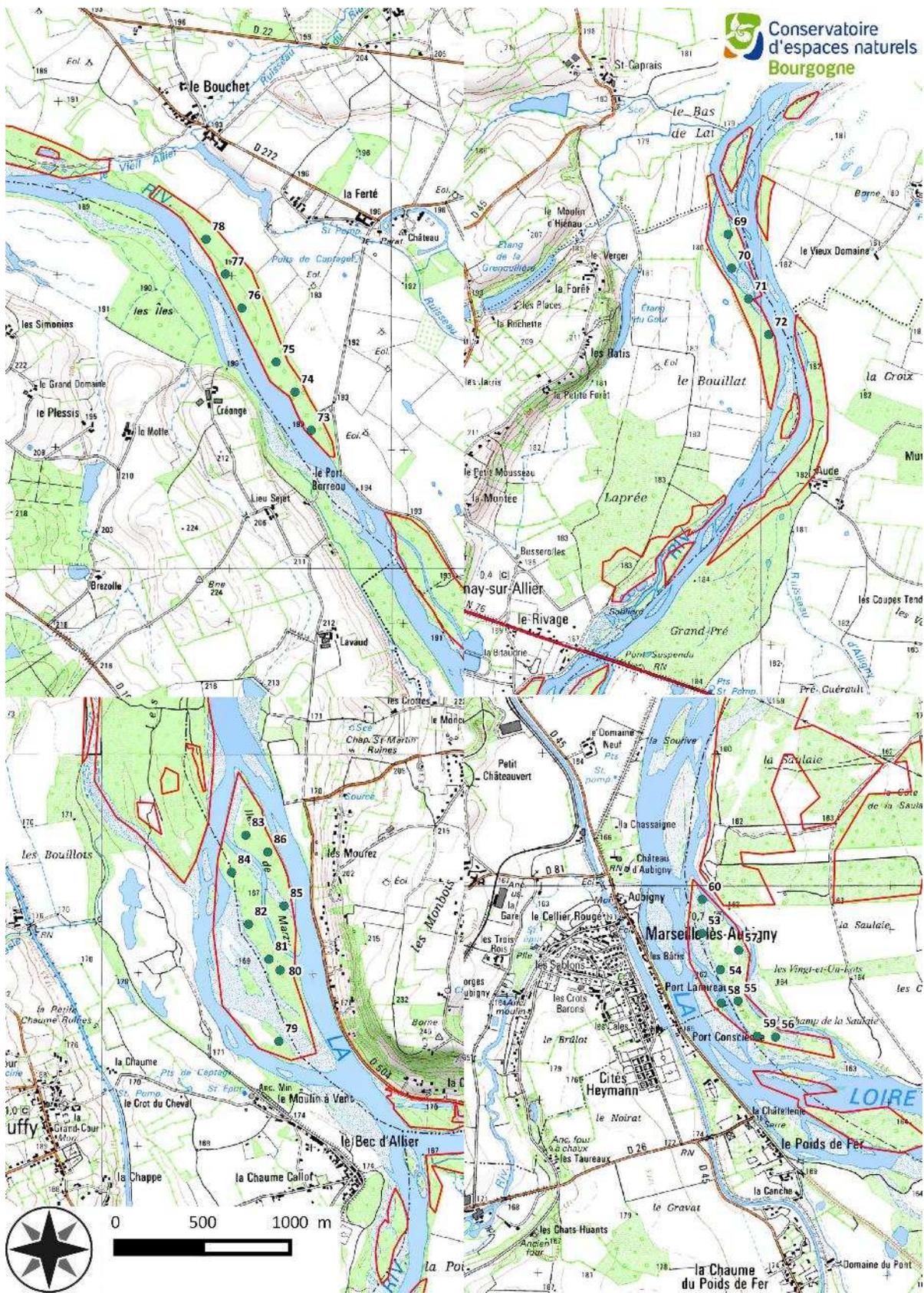
Arbre possédant un champignon au pied, une loge dans le houppier, dont l'écorce est déhiscente au pied et dans le houppier, avec 4 branches de petites tailles et une de taille moyenne

Code : c1h3e1e3s4y1

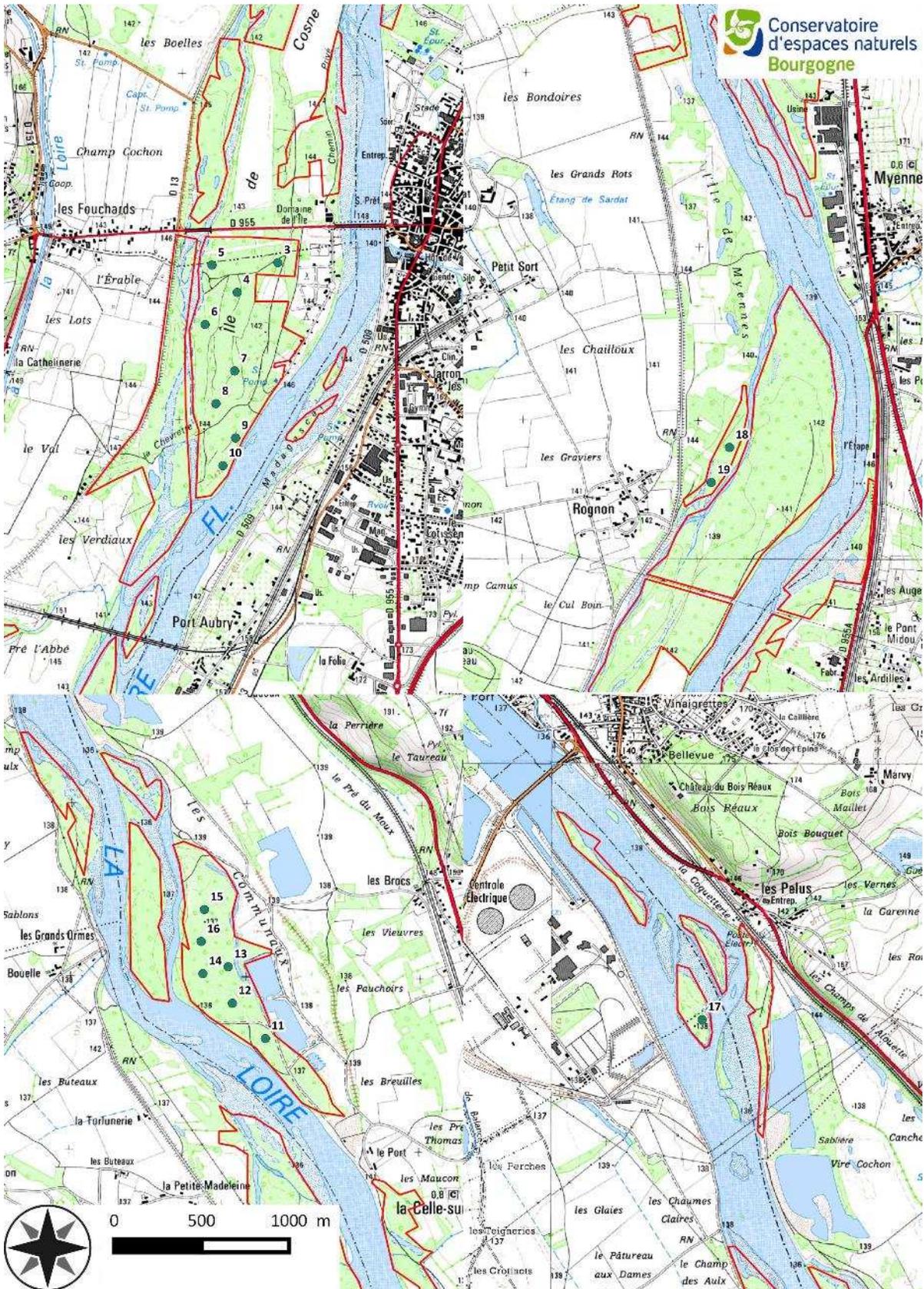
### Annexe 3 : codification CEMAGREF

Conformation arbre	500	Présence du squelette du houppier ( <i>arbres morts uniquement</i> )	520	520		
		Branches mortes dans le houppier ( <i>arbres vivants uniquement</i> )	530	>10% et <25% de branches mortes (par rapport au volume total)	531	
				Entre 25% et 50% de branches mortes dans le houppier.	532	
				≥50% de branches mortes dans le houppier	533	
		Tête de houppier ( <i>arbres vivants uniquement</i> )	540	Tête cassée, avec ou sans substitution par une nouvelle tête. La cassure ne doit pas être complètement cicatrisée.	540	
		Individus fourchus	550	Fourche complètement cassée avec absence d'une des branches principales	551	
		Rejets de souche	560	Présence d'au moins 5 rejets de souche ou de tronc ≥50 cm de longueur	561	
Micro-habitats	600	<i>Pour les codes 600 la position devra être précisée</i>		<i>Pied de l'arbre : &lt;1m Tronc: &gt;1m jusqu'au bas du houppier Houppier</i>		<i>p t h</i>
		Présence de champignon	610	Carpophore de polypore: entre 1 et 2. Diamètre de fructification >5cm de diamètre.	611	
				Carpophore de polypore >3. Diamètre de fructification >5cm de diamètre.	612	
				Carpophore de polypore en cascade recouvrant plus de 10cm de long	613	
		Présence de Cavités	620	Cavité d'origine trou de pic avec ouverture >2cm de diamètre.	621	
				Cavité d'origine naturelle (carries, etc) avec ouverture >5cm de diamètre.	622	
				Cavités de pics en chaînes: au moins 3 cavités avec entrées séparées de moins de 2m.	623	
				Grande Cavité de pied.	624	
				Grande Cavité de pied avec présence importante de terreau.	625	
		Présence de Fentes (atteinte du bois)	630	Fente causée par la foudre : ≥3 m de long avec atteinte de l'aubier	631	
				Fente ≥25cm de long et 2 cm de profondeur.	632	
		Caractéristiques de l'écorce	640	Ecorce déhiscente sur une surface minimum de 5cm x 5cm et 2cm de décollement.	641	
				Ecorce déhiscente sur une surface minimum de 5cm x 5cm et 2cm de décollement, avec présence de pourriture sous l'écorce.	642	
				Absence d'écorce sur une surface ≥5 cm x 5cm.	643	
				Eclatement noir de l'écorce éventuellement accompagné de sève/résine, indication d'une blessure ou maladie	644	
		Blessures, galles...	650	Blessure récente ≥10 cm de diamètre.	651	
				Présence d'un chancre ≥ 10 cm de diamètre	652	
				Présence d'un balais de sorcière ou brogne: prolifération dense de branches	653	
		Présence de coulée de résine	660	Coulée de résine/sève fraîche ≥30cm de long ou plus de 5 coulées de petites tailles au même endroit.	661	
				Coulée de résine/sève faible indiquant une blessure mineure	662	
		Présence importante de lierre, bryophytes.	670	Bryophytes (mousses) sur >1/2 surface développée	671	
				Lierre sur >1/2 surface développée	672	

## Annexes 2 : Cartes de localisation des placettes de suivi





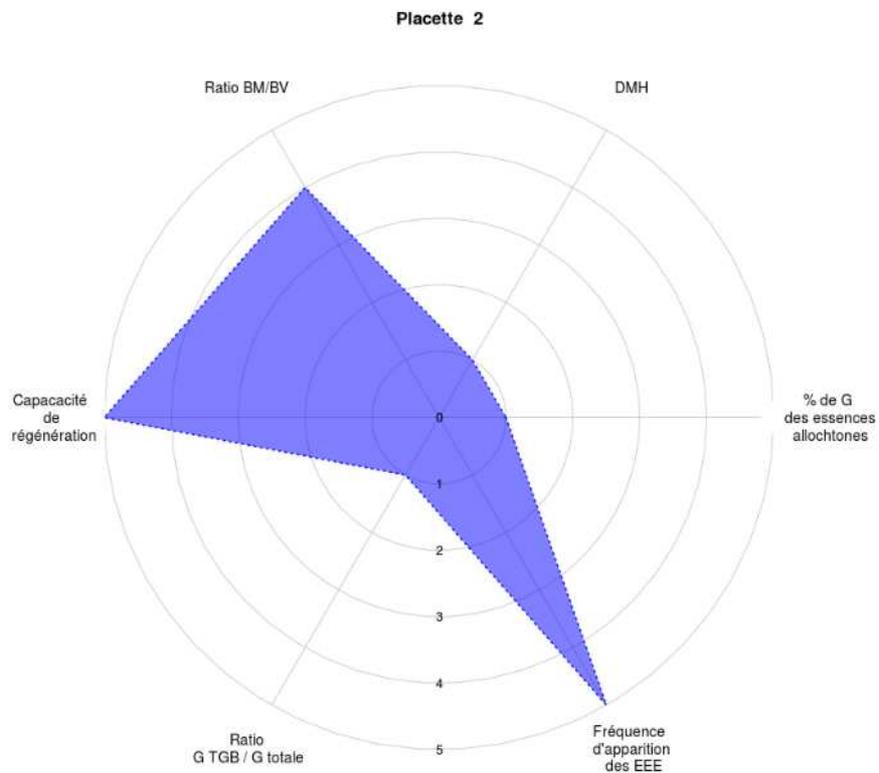
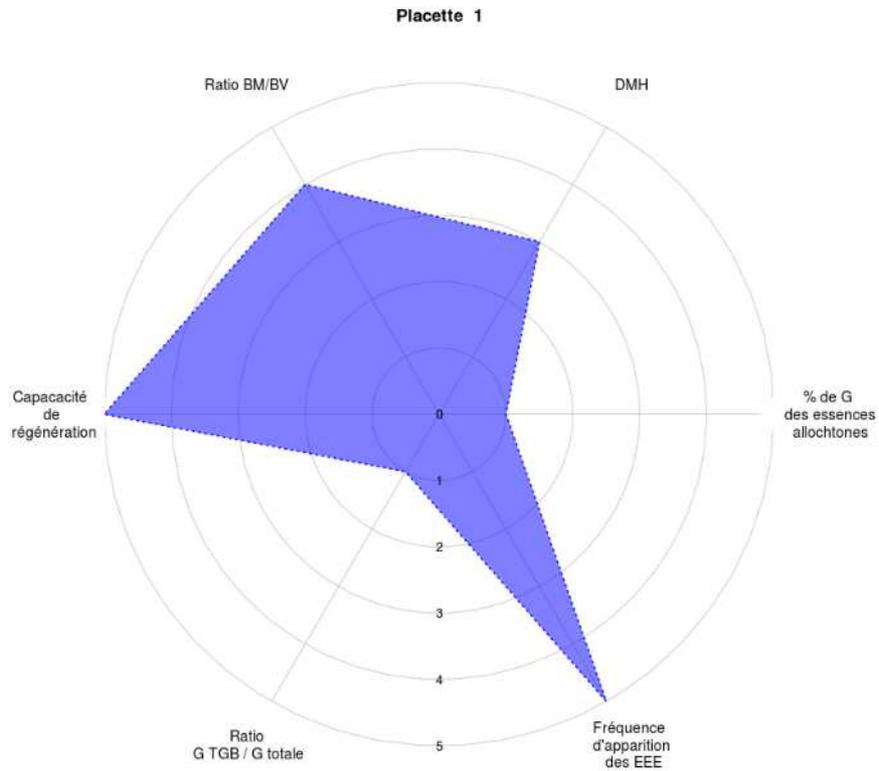


## Annexes 3 : Notes globales de l'état de conservation des placettes

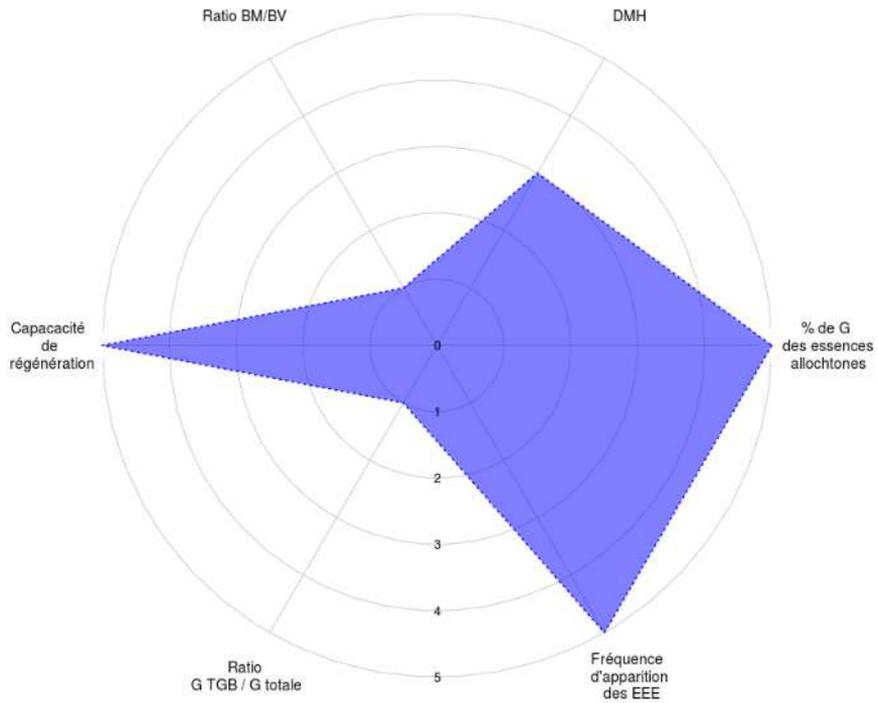
Placette	Pourcentage de surface terrière des essences allochtones de l'habitat	Fréquence d'apparition dans les relevés	Ratio entre la surface terrière des TGB et la surface terrière totale	Évaluation à dire d'expert de la capacité de régénération	Ration BM/BV en %	Dendromicrorhabitats	Somme
1	-40	0	-20	0	0	-5	-65
2	-40	0	-20	0	0	-10	-70
3	0	0	-20	0	-20	-5	-45
4	0	0	-20	-5	5	-10	-30
5	0	0	0	0	0	-5	-5
6	0	0	-20	-10	5	-5	-30
7	0	0	-20	-10	-5	-5	-40
8	0	0	5	0	0	-5	0
9	0	0	-20	0	0	-10	-30
10	0	0	-20	-10	0	-5	-35
11	-40	0	0	0	-20	0	-60
12	-10	0	0	-10	-5	-5	-30
13	-30	0	5	-10	-10	-5	-50
14	-40	0	5	0	5	-5	-35
15	-5	0	-20	-10	-5	-10	-50
16	-10	0	-20	-10	0	-10	-50
17	-10	0	0	-10	-5	-5	-30
18	-40	0	5	-10	0	-10	-55
19	-40	0	0	0	-5	0	-45
20	-10	0	-20	-5	-10	-5	-50
21	-30	0	-20	0	-10	-10	-70
30	0	0	-20	0	0	0	-20
31	-10	0	-20	0	-10	-10	-50
33	-40	0	-20	-5	-10	-5	-80
35	0	0	5	-10	0	-10	-15
36	-10	0	-5	0	5	-10	-20
37	0	0	-20	-5	0	-10	-35
38	-5	0	0	0	0	-10	-15
39	0	0	-20	-5	0	-10	-35

40	-10	0	-20	-10	5	-10	-45
41	-40	0	-20	0	5	-10	-65
42	0	0	-20	-5	5	-5	-25
43	-40	0	-20	-5	5	-5	-65
44	-10	0	0	-5	5	-5	-15
53	0	-10	-20	0	0	-10	-40
54	0	0	-20	0	5	-10	-25
55	-10	0	-20	0	-5	-10	-45
56	0	0	0	-5	0	-10	-15
57	0	0	-20	-10	-5	-10	-45
58	0	-10	-20	-5	-20	-10	-65
59	-40	-10	-5	-10	5	-5	-65
60	0	0	-20	-10	-10	-10	-50
69	0	0	-20	0	5	-10	-25
70	-30	0	5	-10	0	-5	-40
71	-30	0	5	-5	5	-10	-35
72	-10	0	-20	-10	-10	-10	-60
73	0	0	0	-10	-10	-5	-25
74	0	-20	-20	-10	-5	-10	-65
75	0	0	-20	-10	0	-10	-40
76	0	0	5	-5	-5	-5	-10
77	-40	0	0	-5	0	-5	-50
78	0	0	-20	-10	0	-10	-40
79	-10	0	-20	-10	0	-10	-50
80	0	0	-20	-10	0	-5	-35
81	-5	0	-20	0	0	-5	-30
82	0	0	-20	-5	-5	-10	-40
83	0	0	-20	-10	-5	-5	-40
84	0	-20	-20	-5	-10	-10	-65
85	0	0	-20	-10	0	-10	-40
86	0	0	-20	-5	0	-5	-30
100	-10	0	5	-10	-5	-5	-25
101	-40	0	5	-5	-5	0	-45
102	-40	0	5	-5	5	-10	-45
103	-30	0	5	0	-5	0	-30
104	-40	0	-20	0	-5	-5	-70
105	-40	0	-20	-5	0	-5	-70

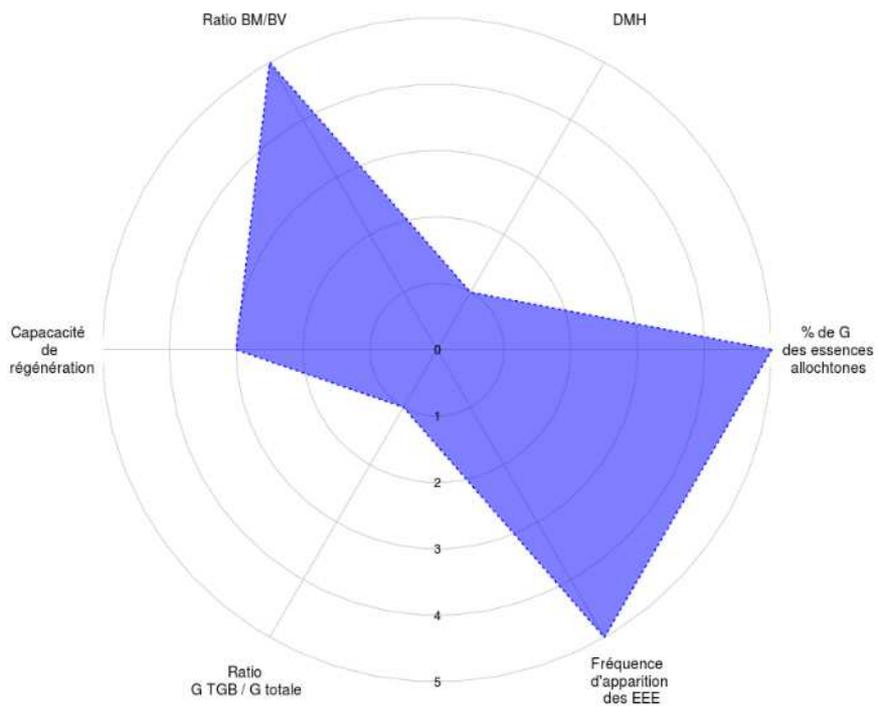
## Annexes 4 : Diagramme radar de l'état de conservation des placettes



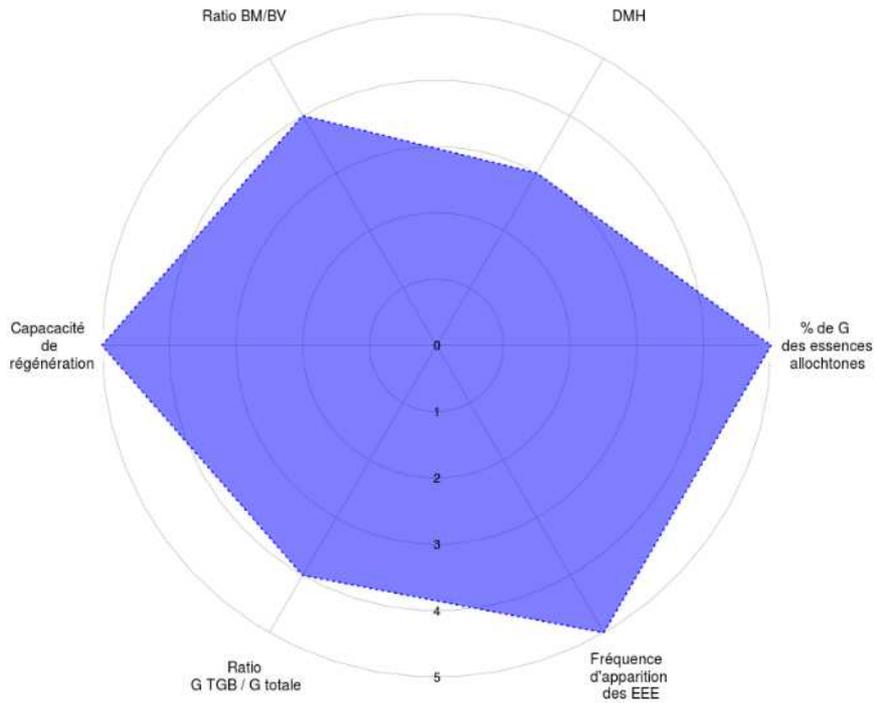
Placette 3



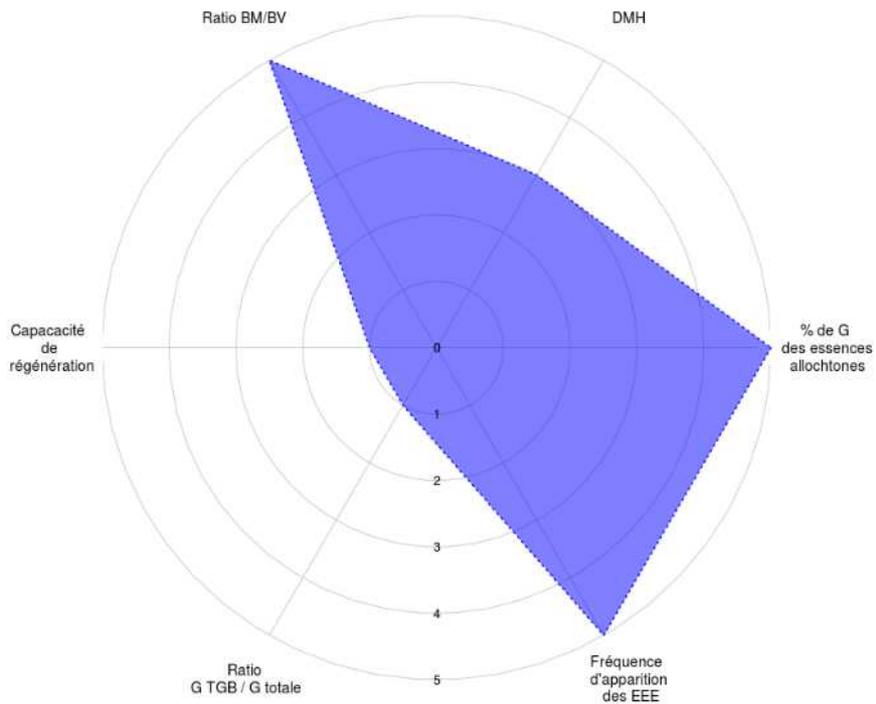
Placette 4



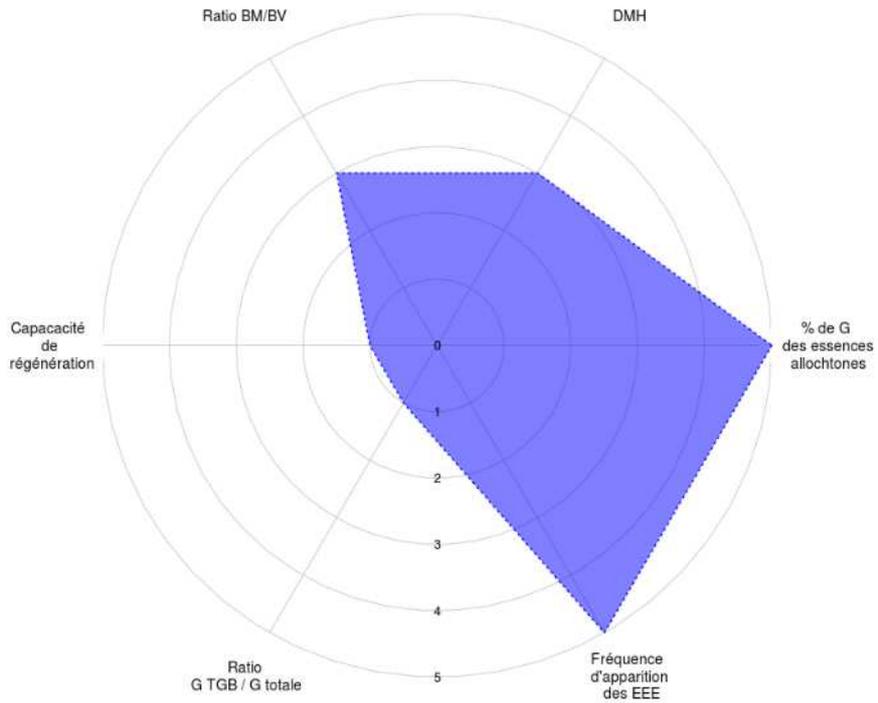
Placette 5



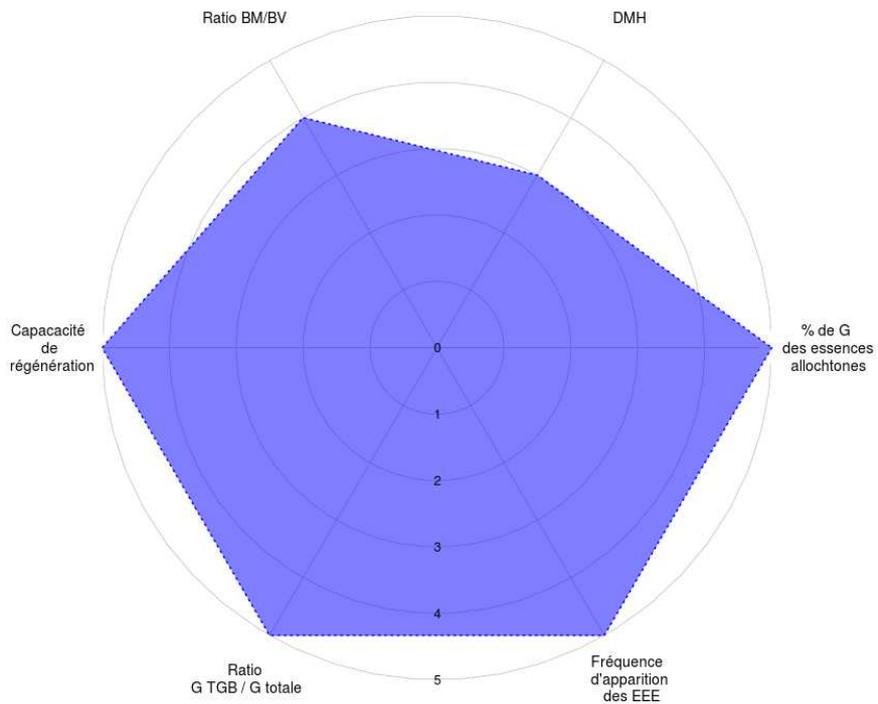
Placette 6



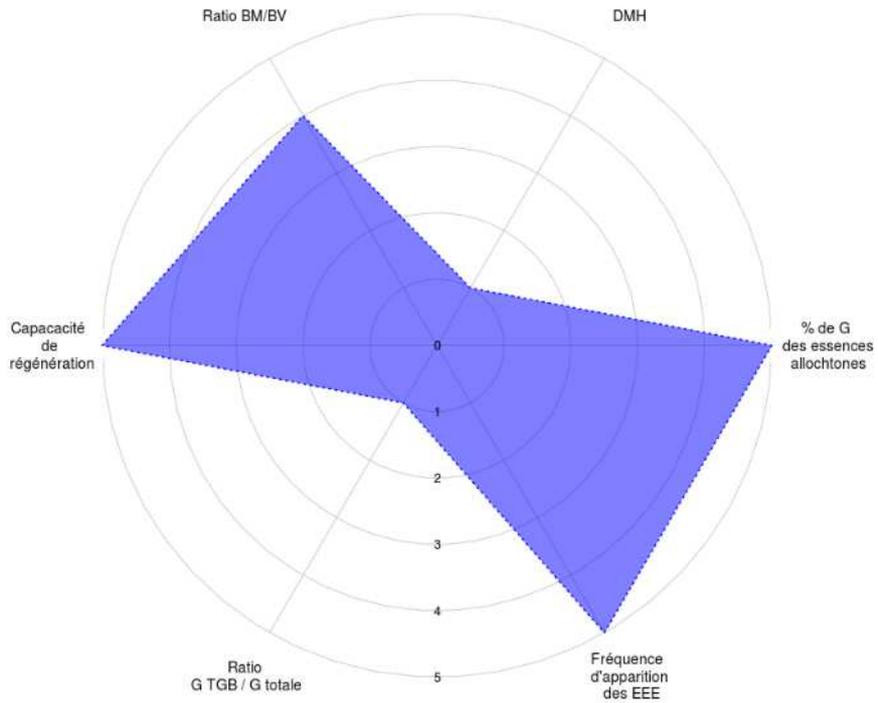
Placette 7



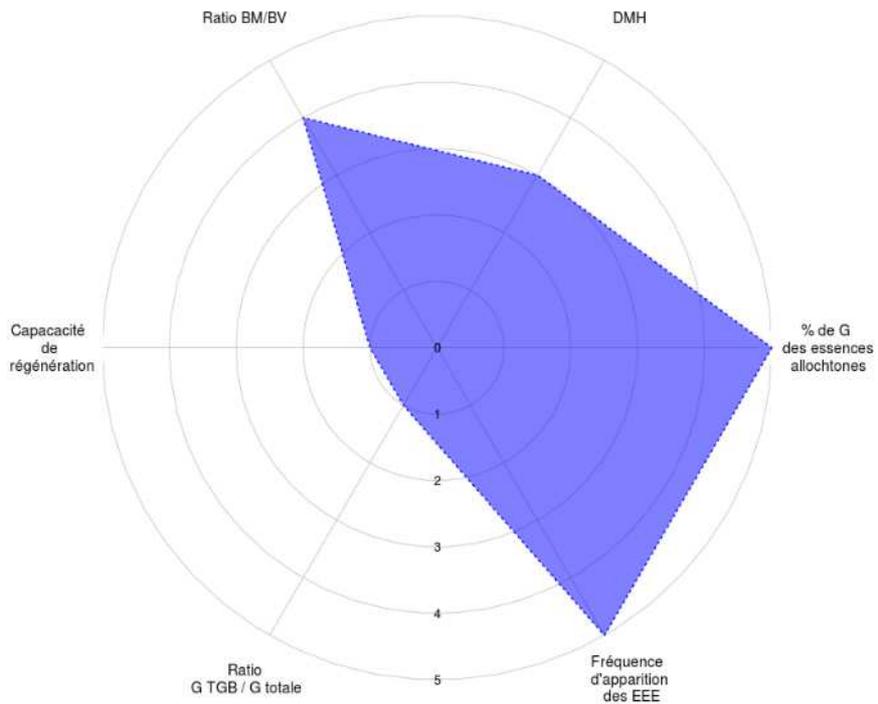
Placette 8



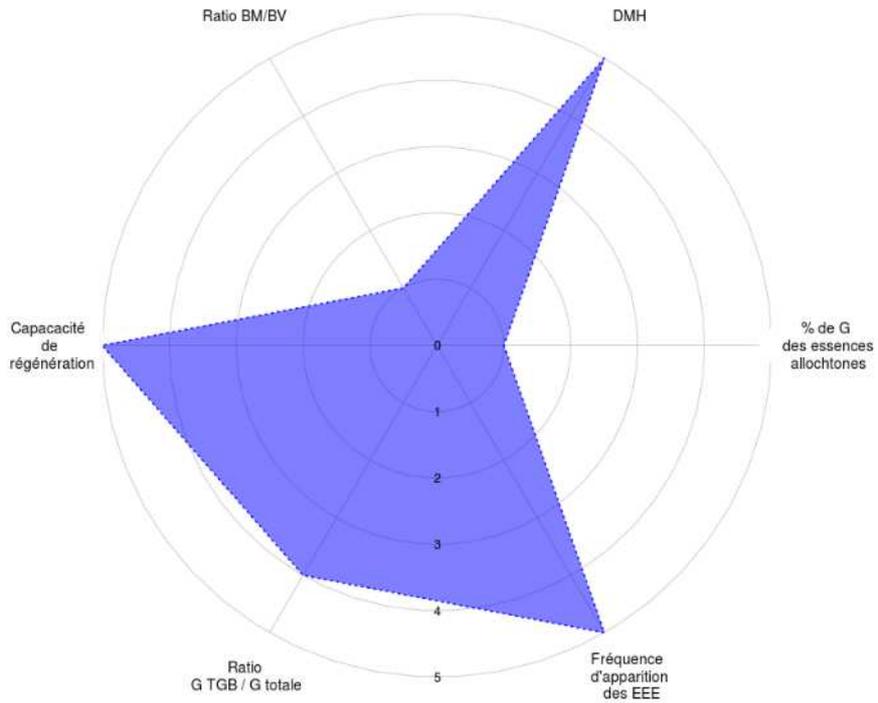
Placette 9



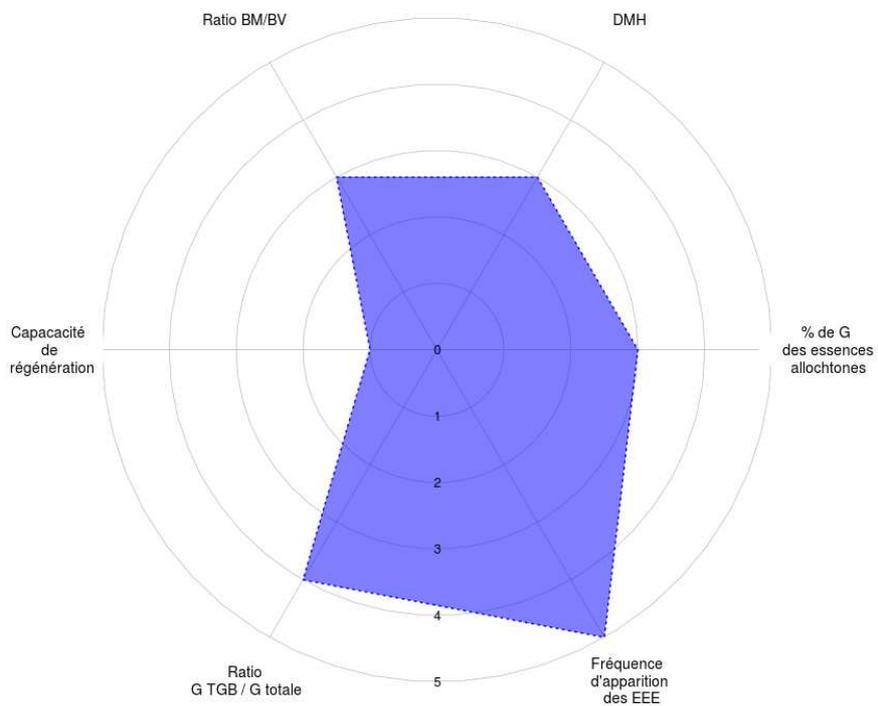
Placette 10



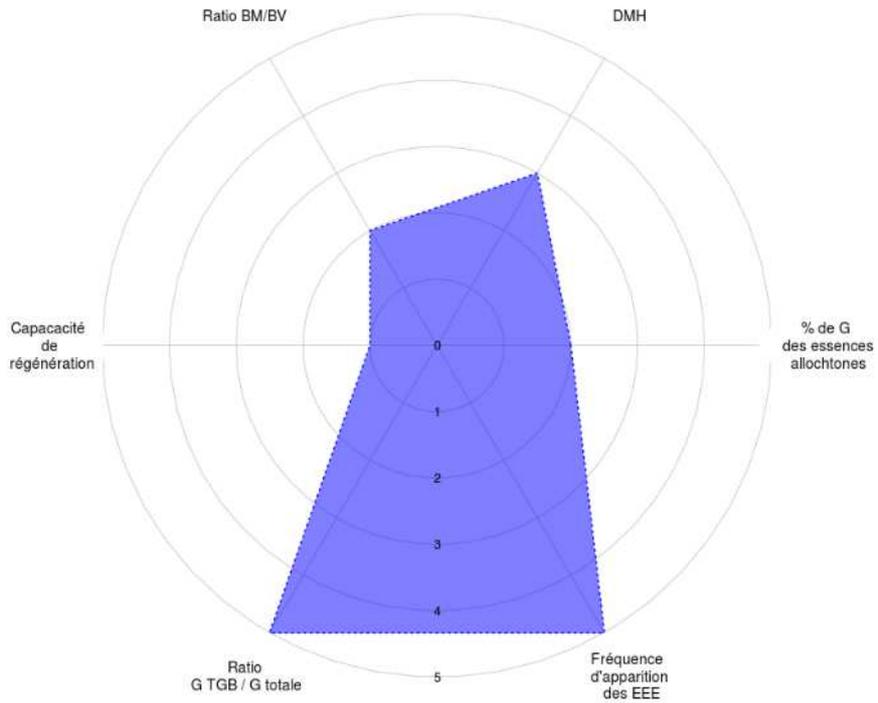
Placette 11



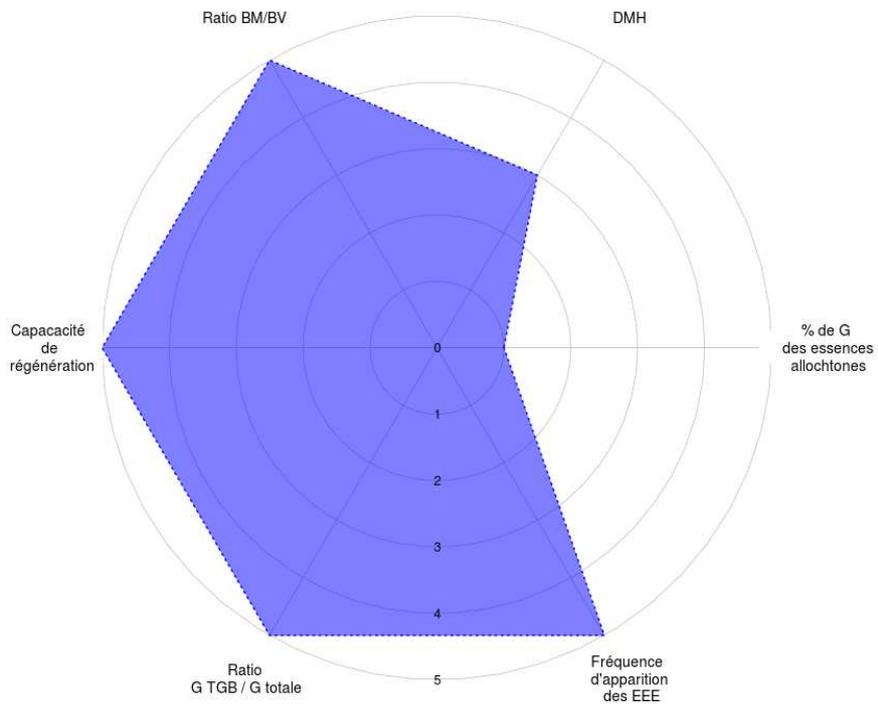
Placette 12



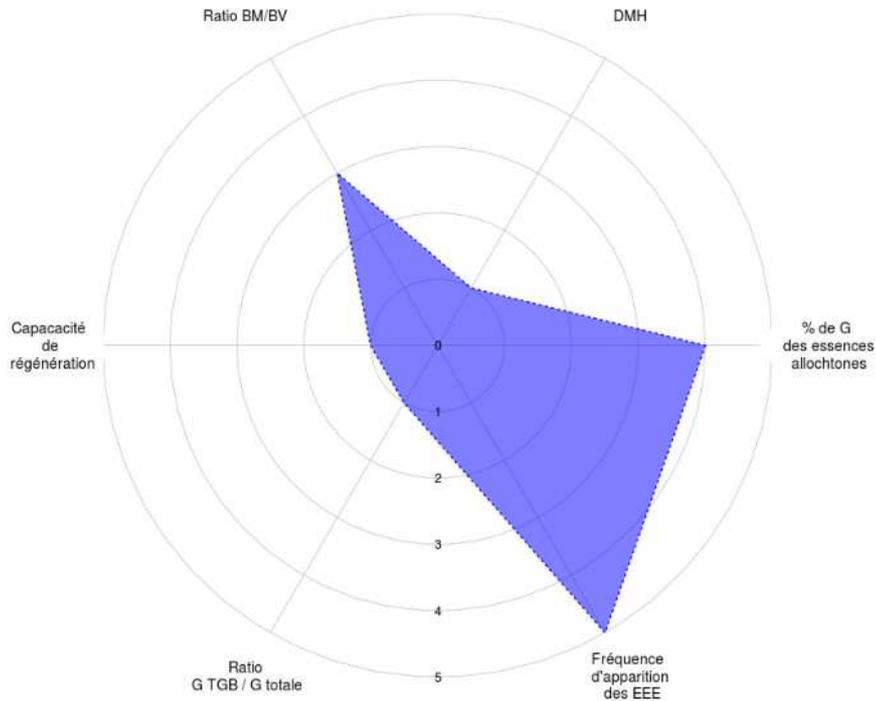
Placette 13



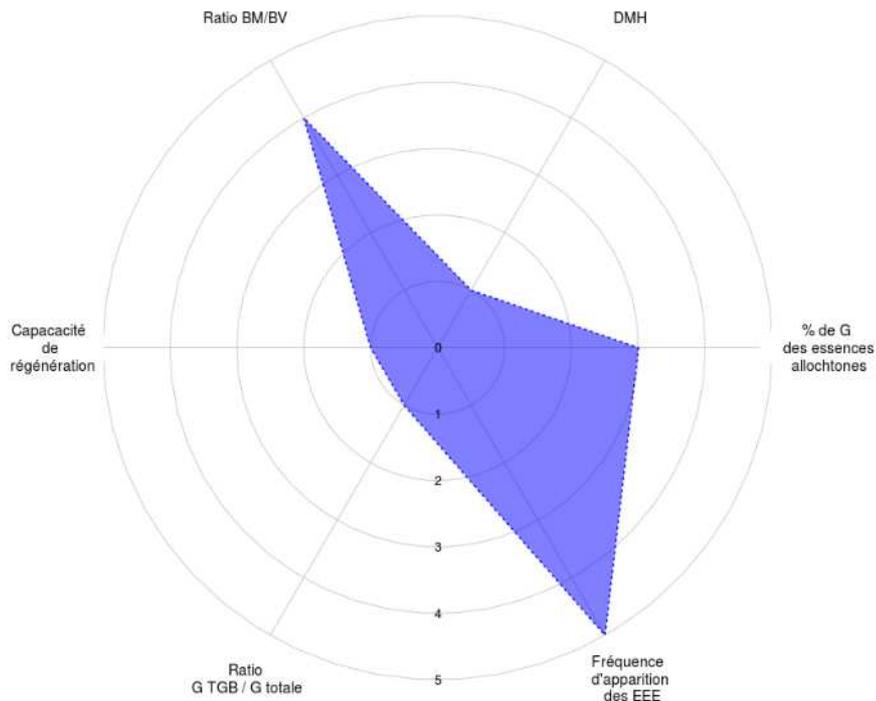
Placette 14



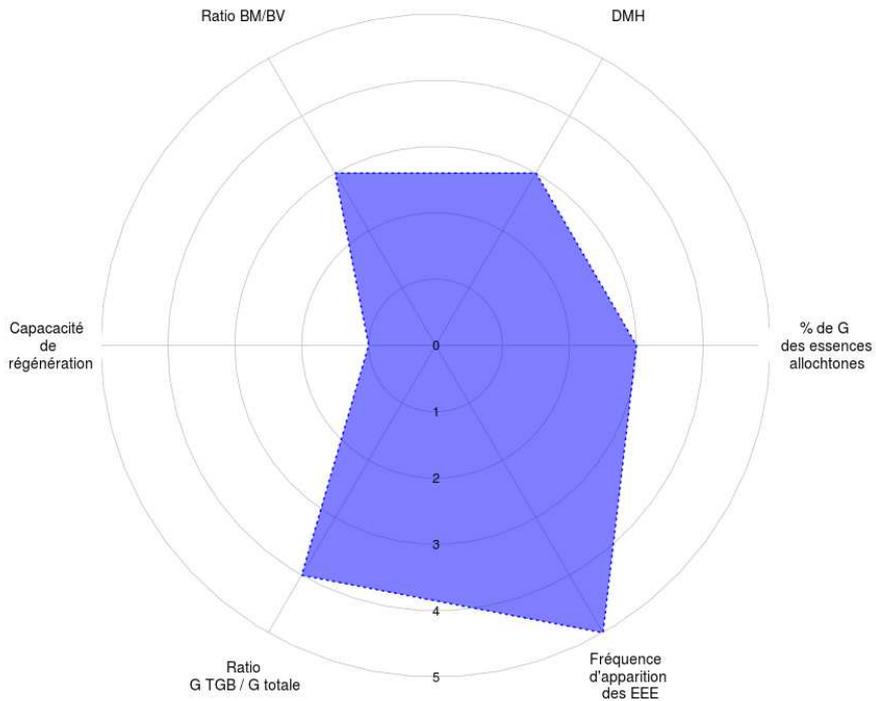
Placette 15



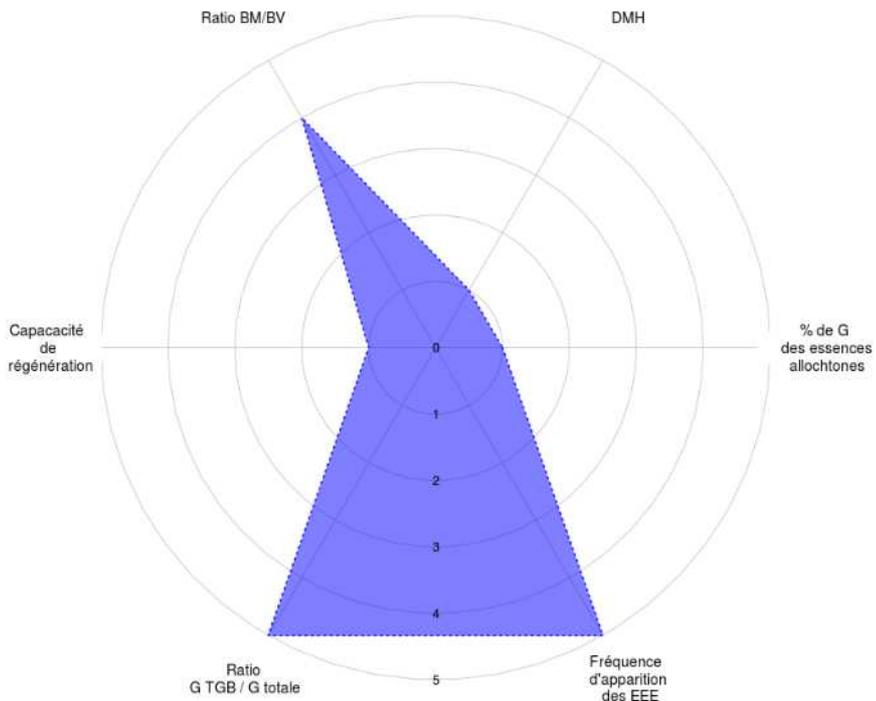
Placette 16



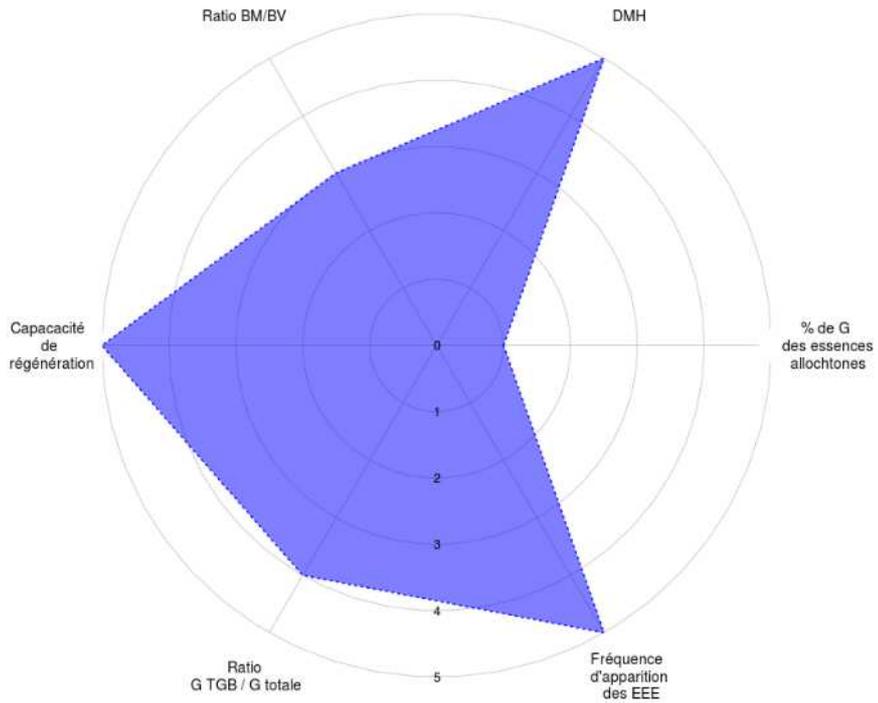
Placette 17



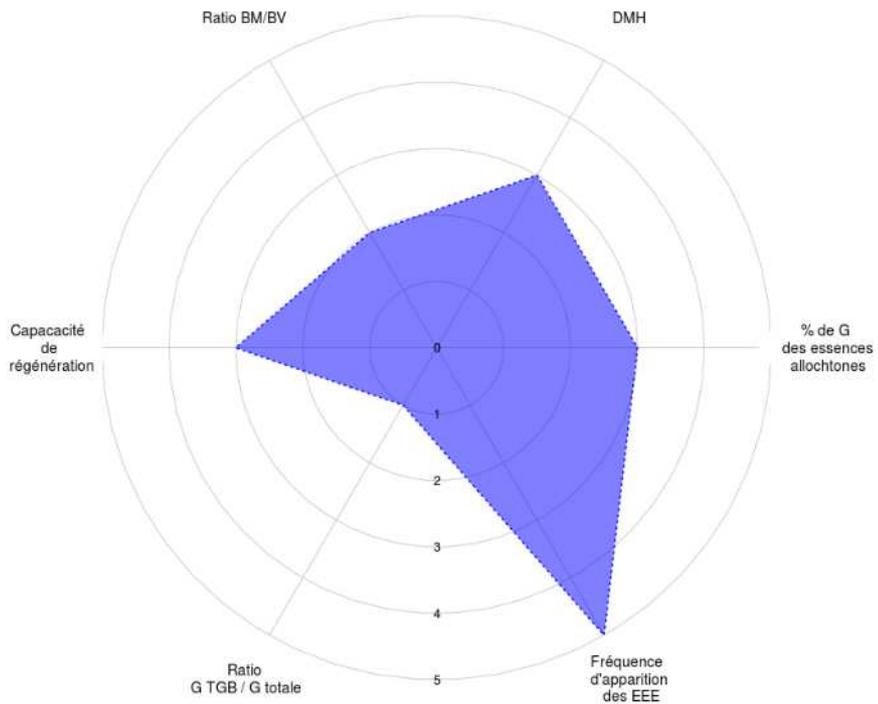
Placette 18



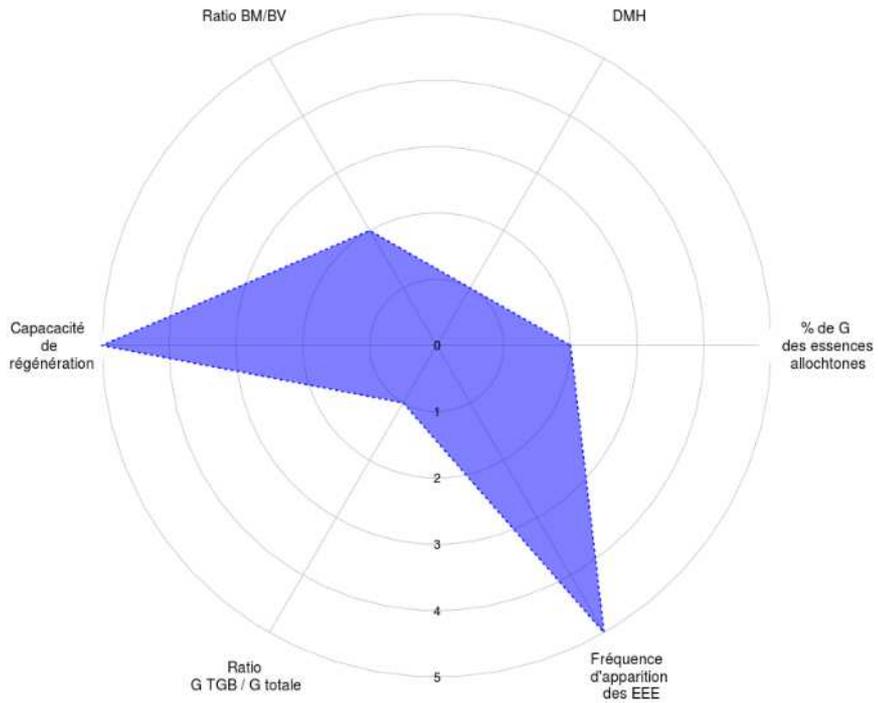
Placette 19



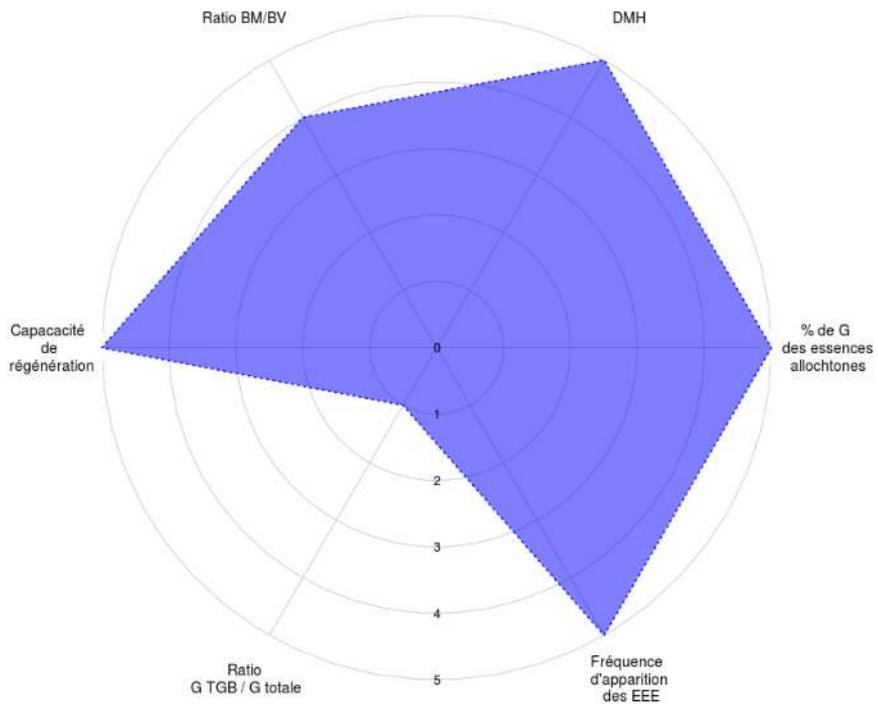
Placette 20



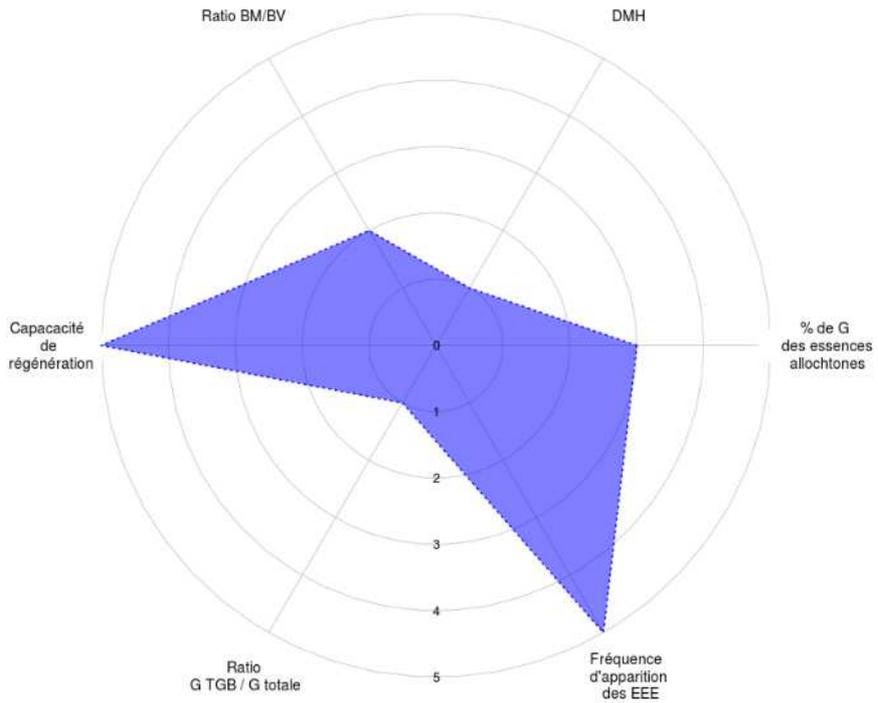
Placette 21



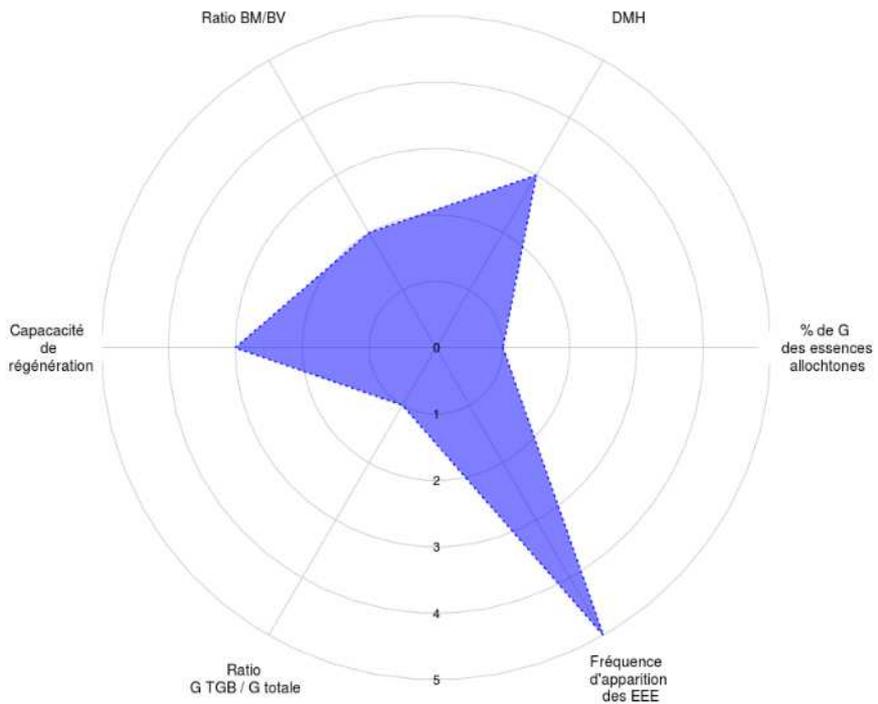
Placette 30



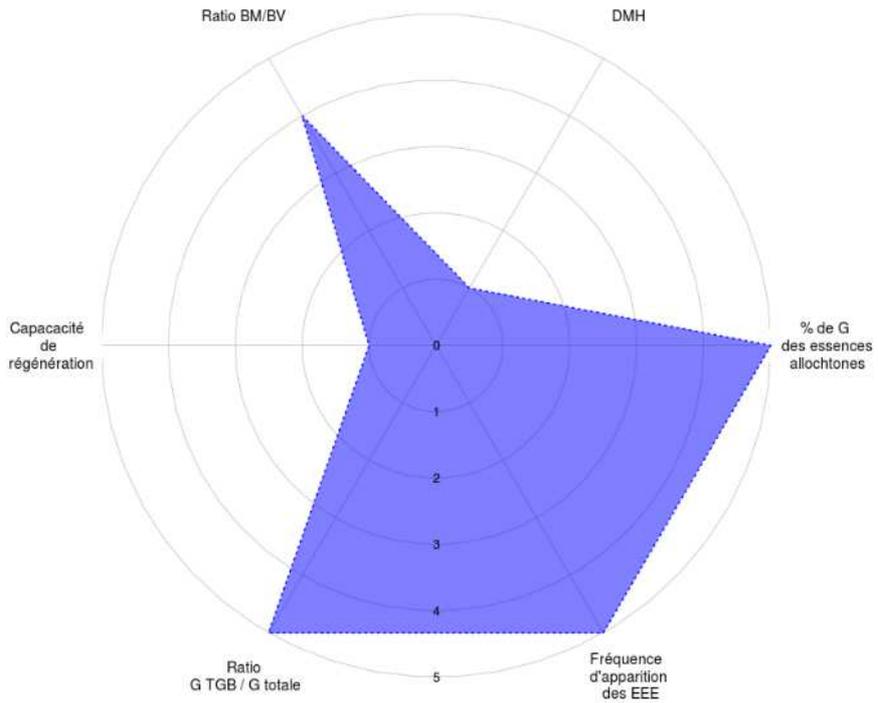
Placette 31



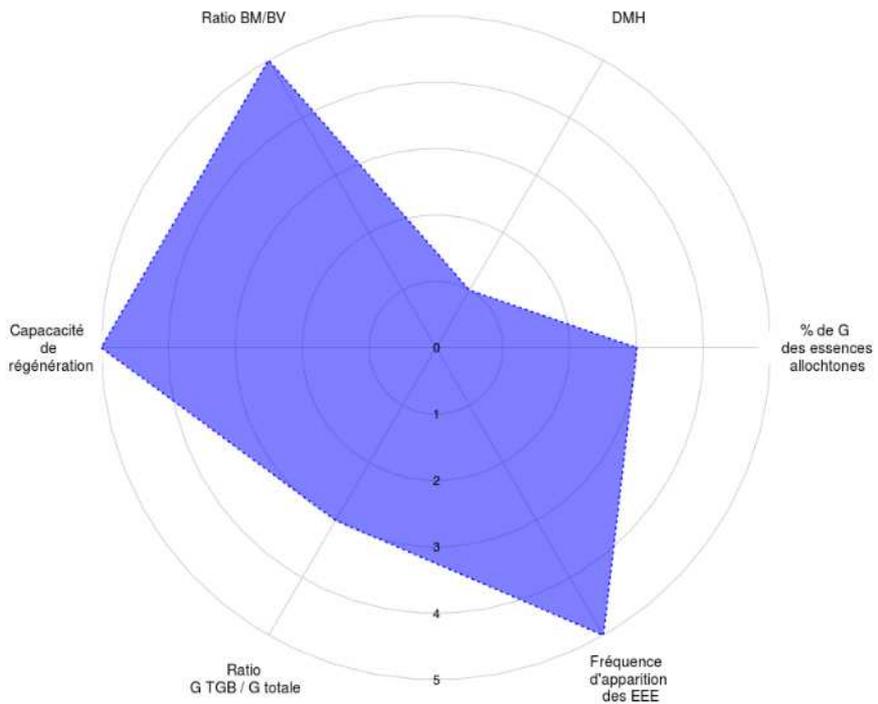
Placette 33



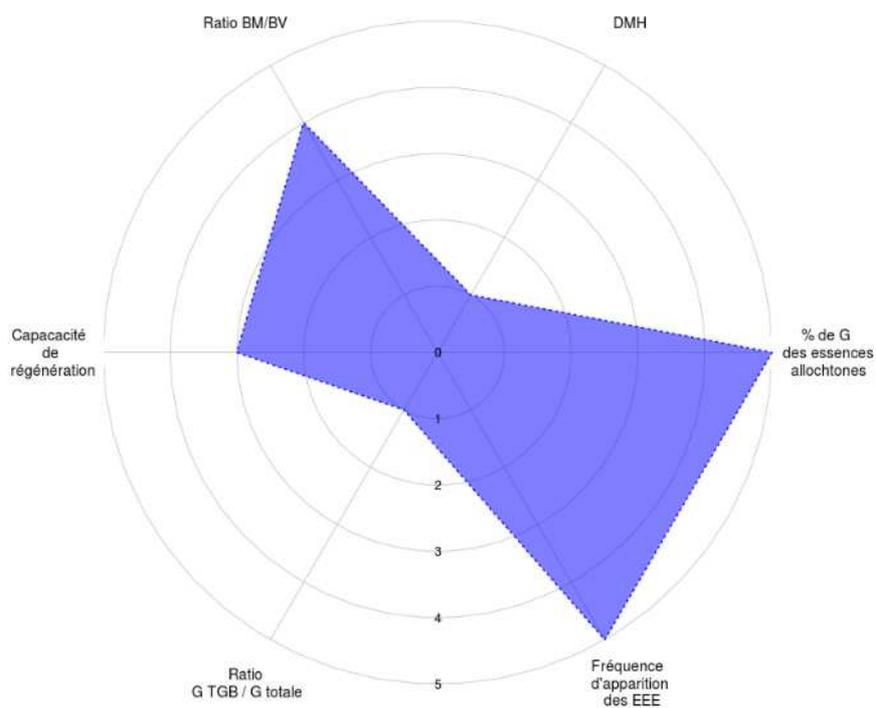
Placette 35



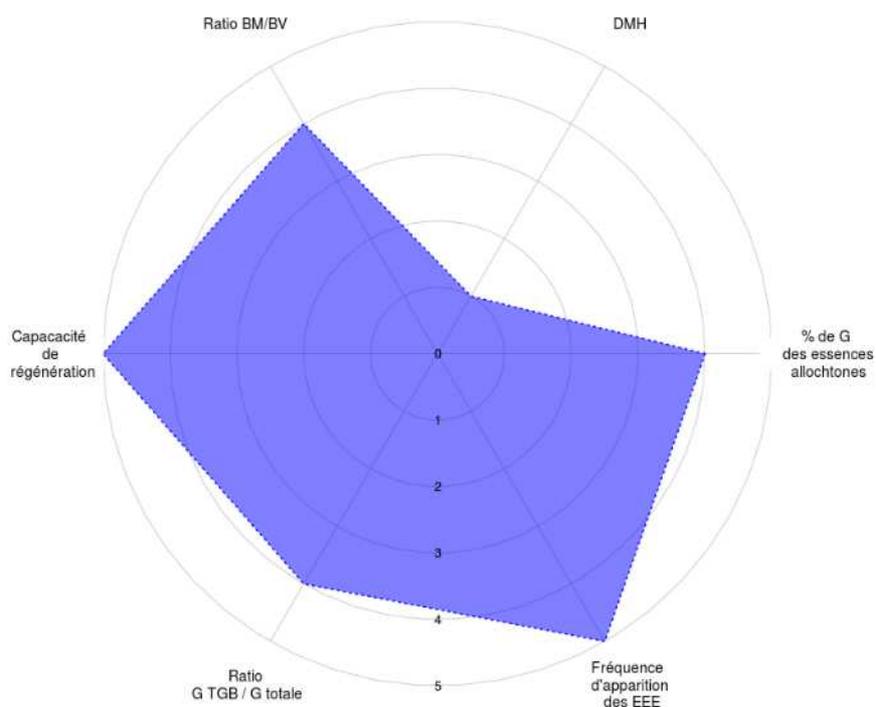
Placette 36



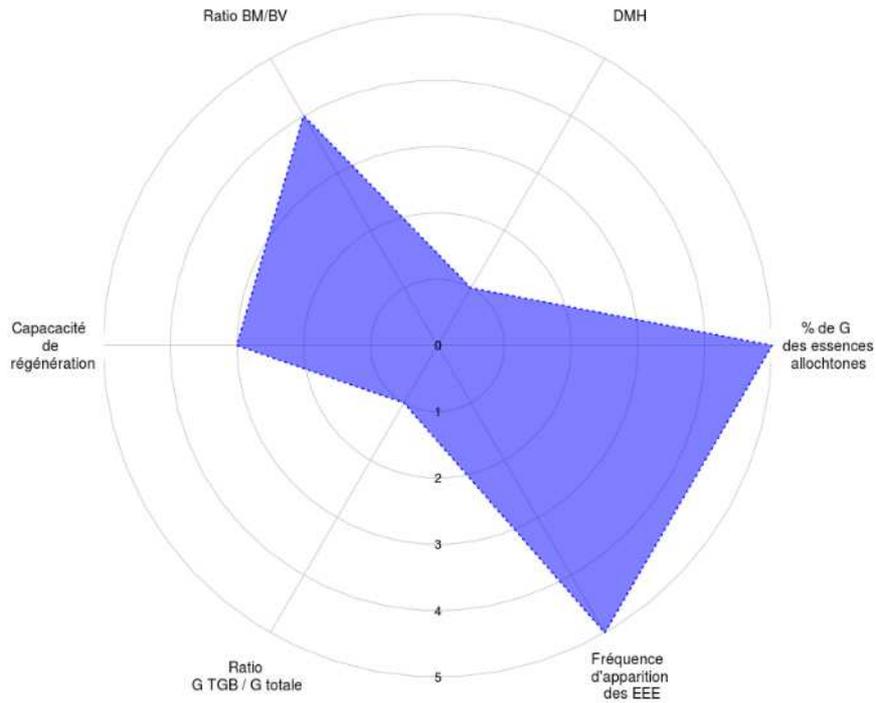
Placette 37



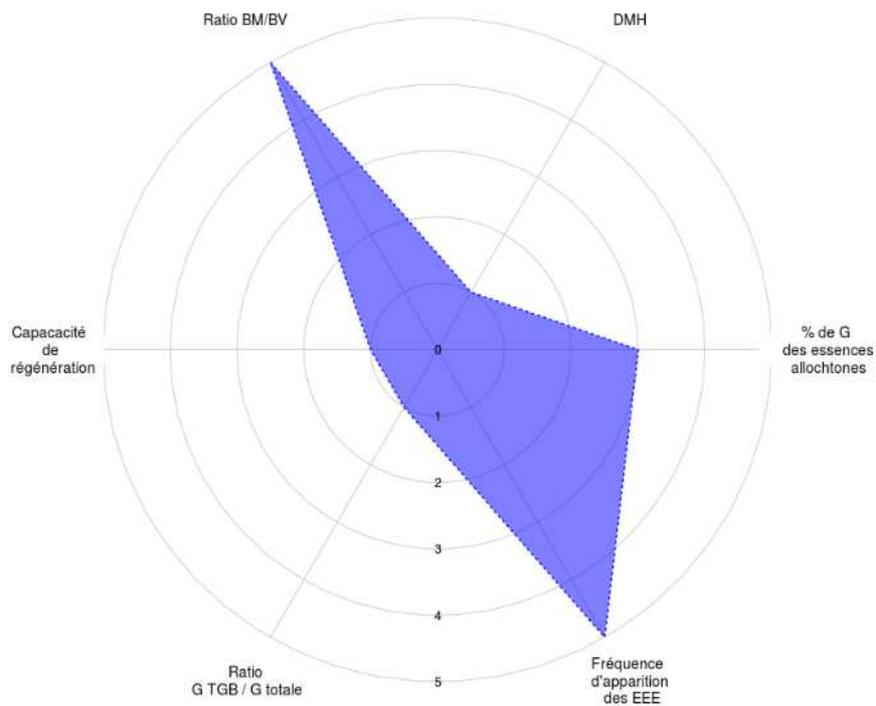
Placette 38



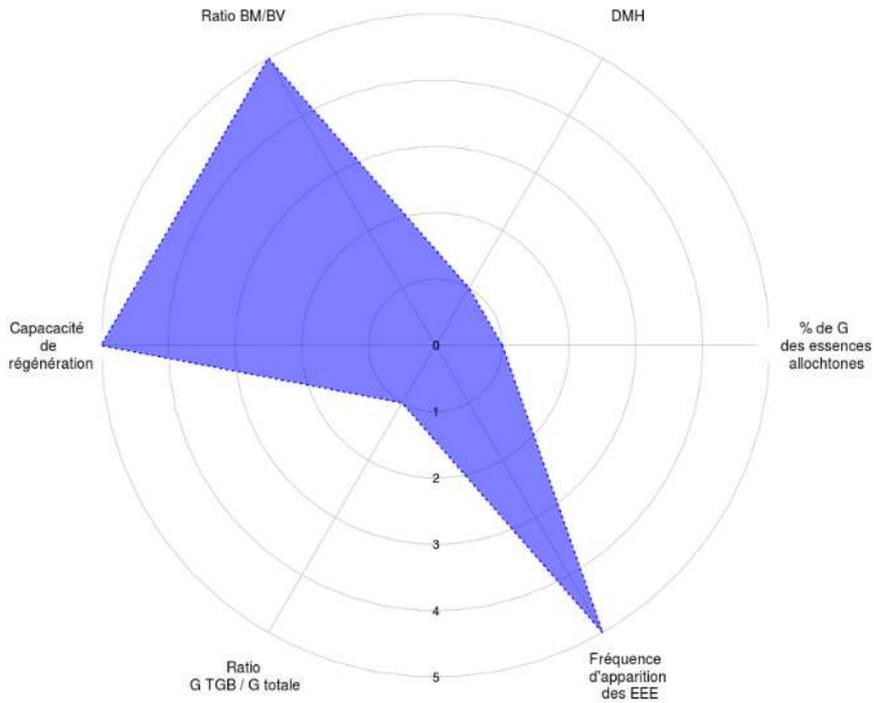
Placette 39



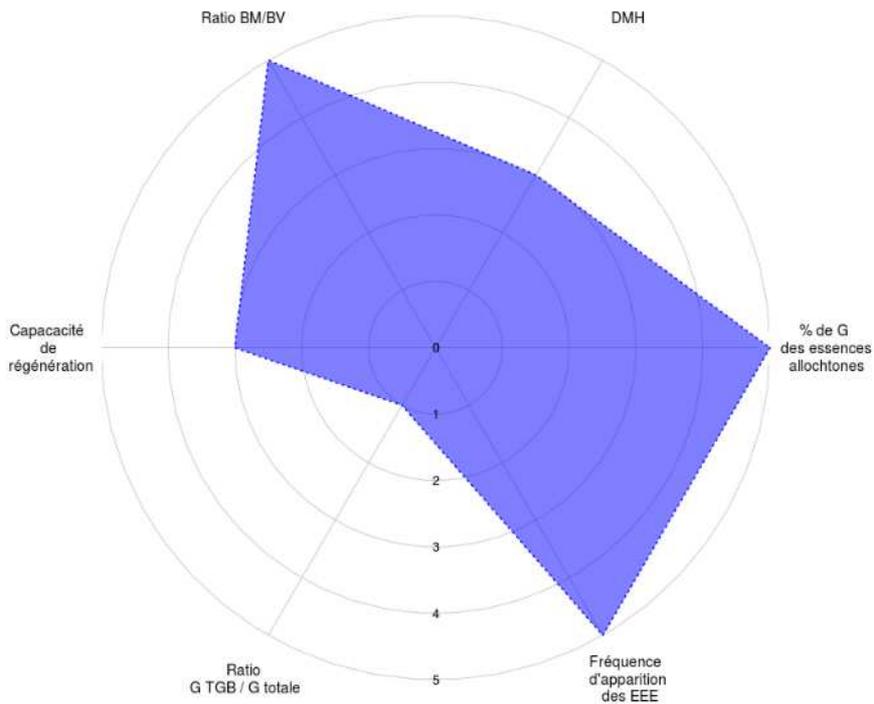
Placette 40



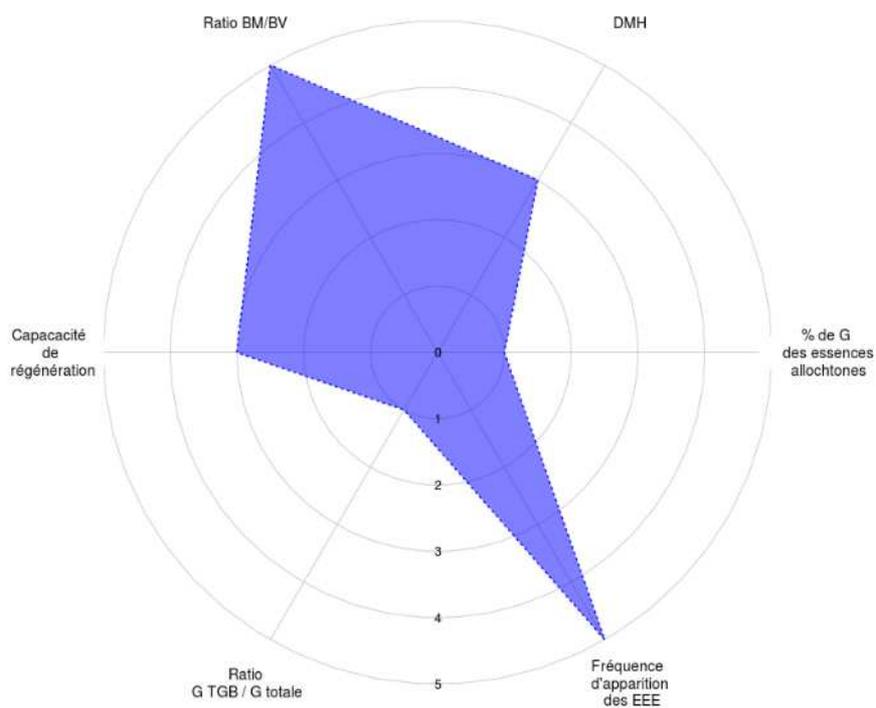
Placette 41



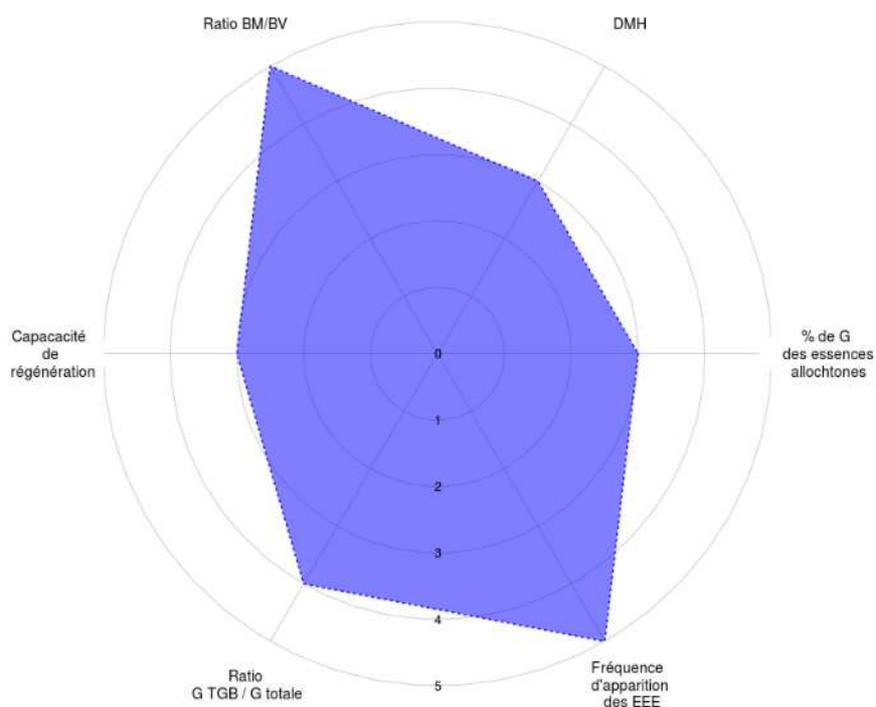
Placette 42



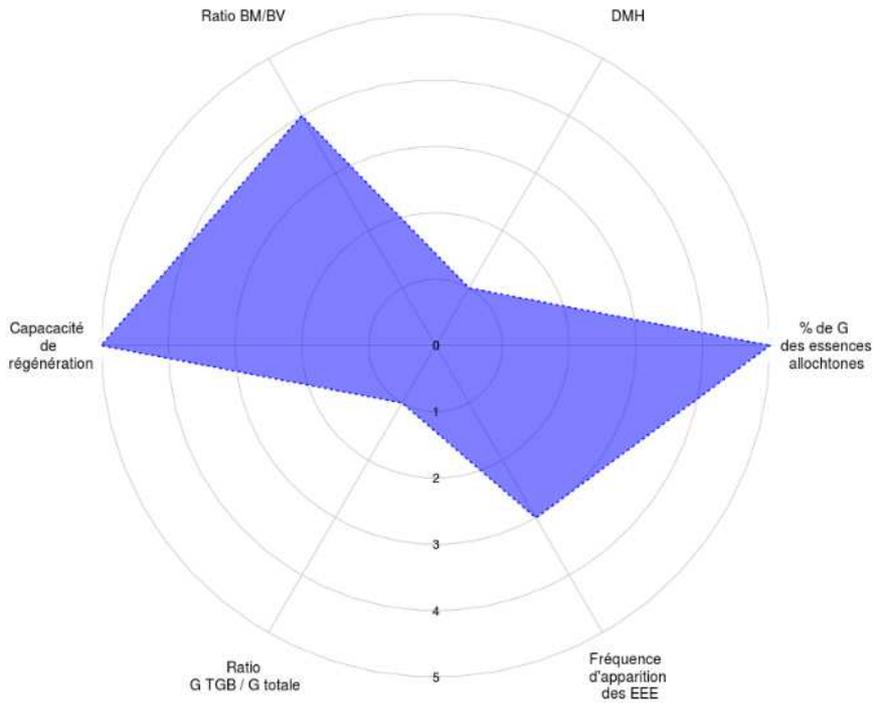
Placette 43



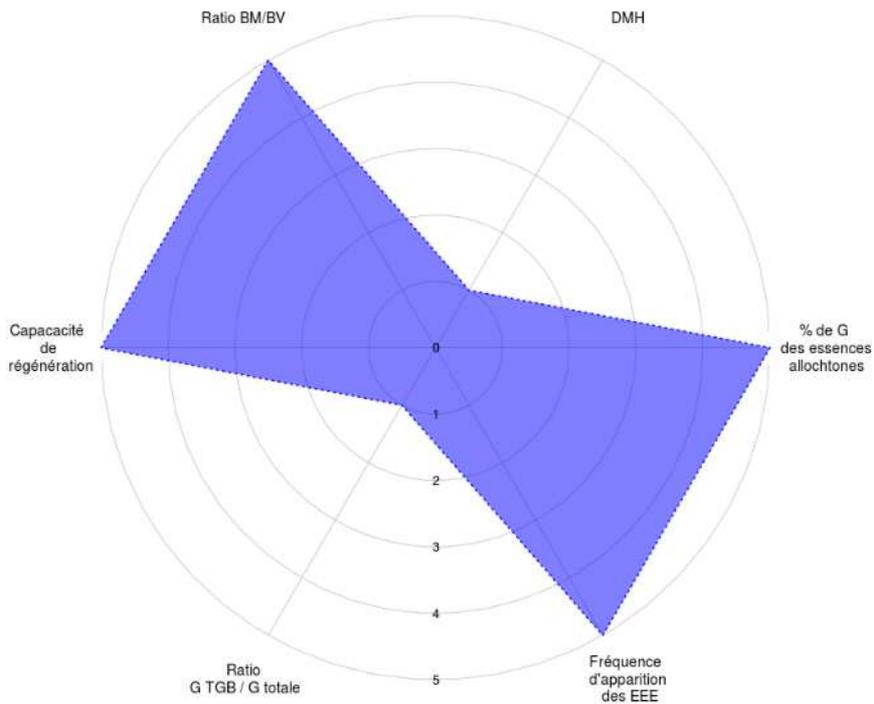
Placette 44



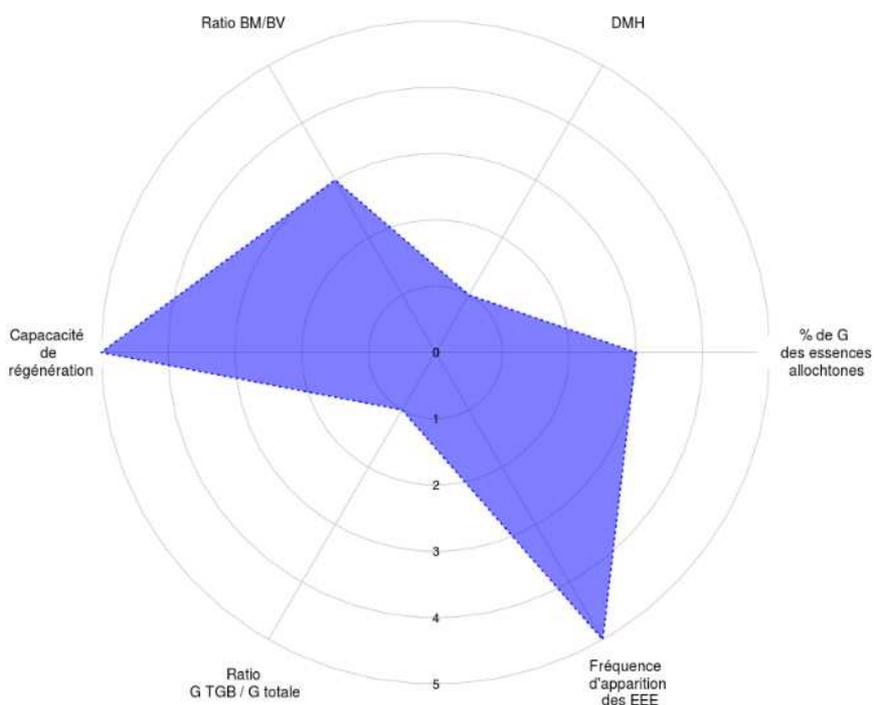
Placette 53



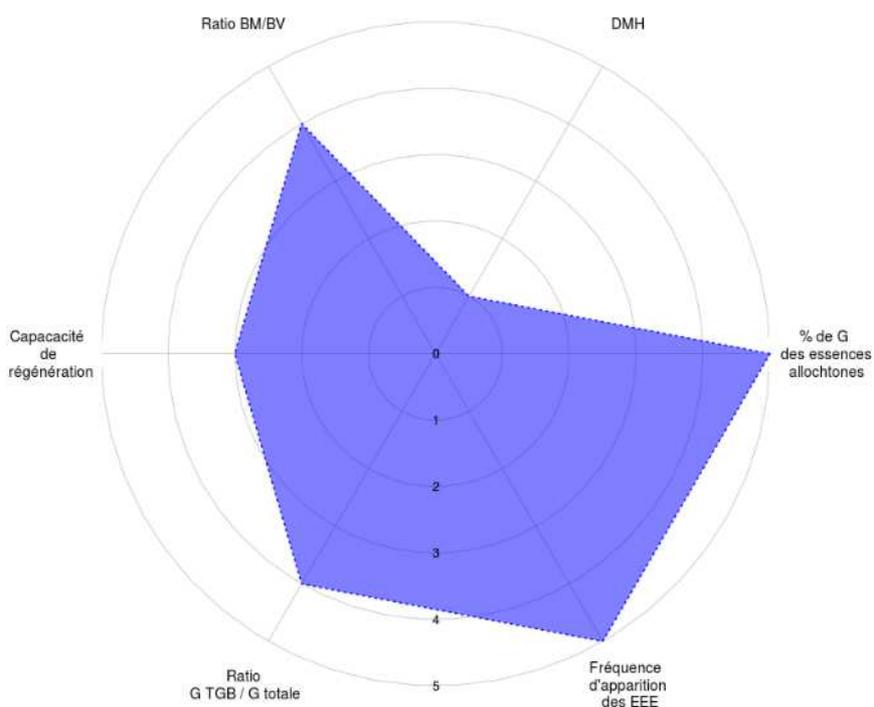
Placette 54



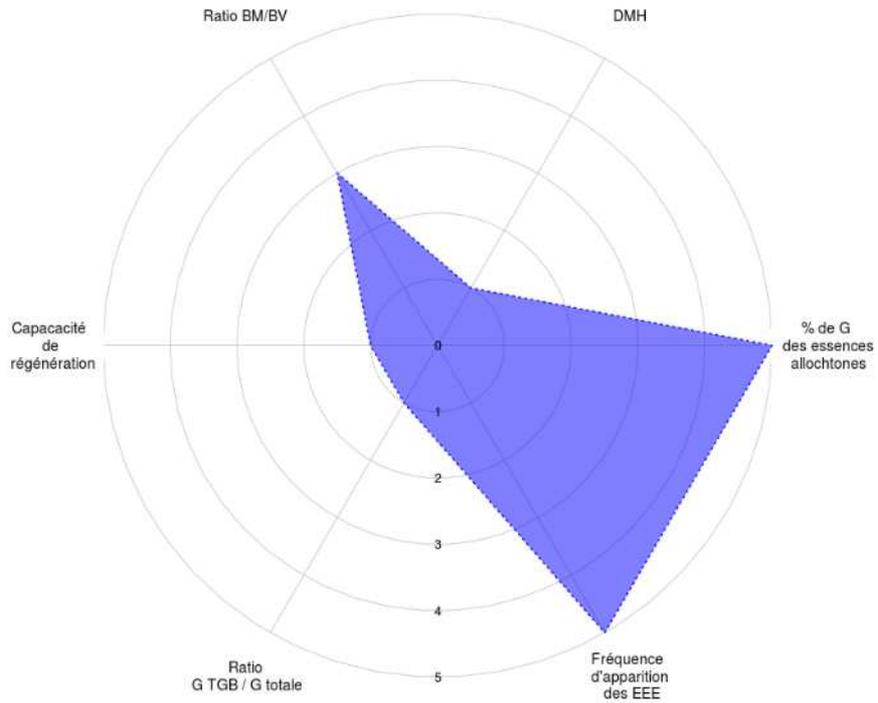
Placette 55



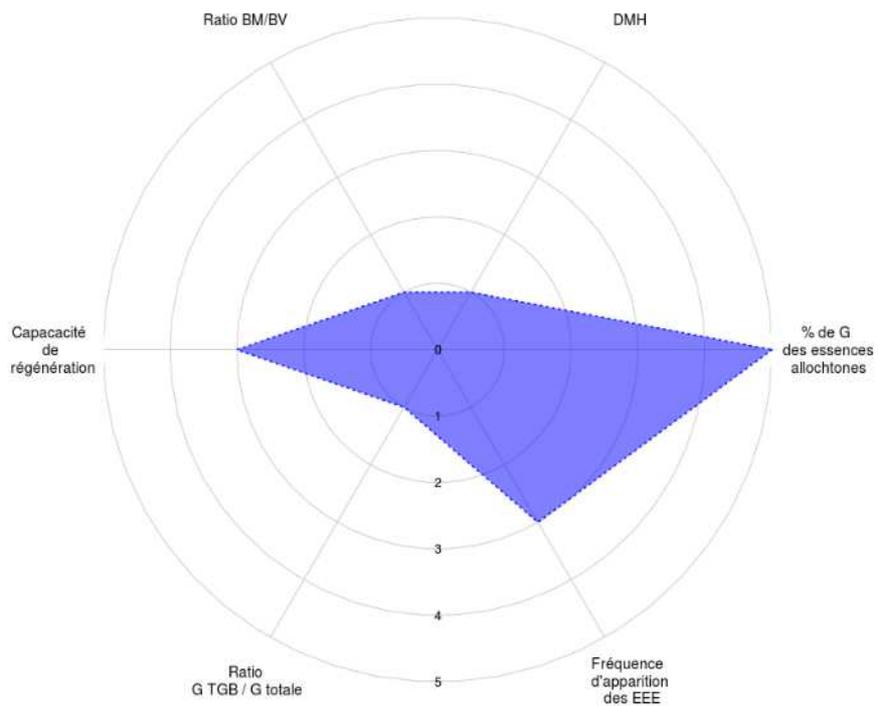
Placette 56



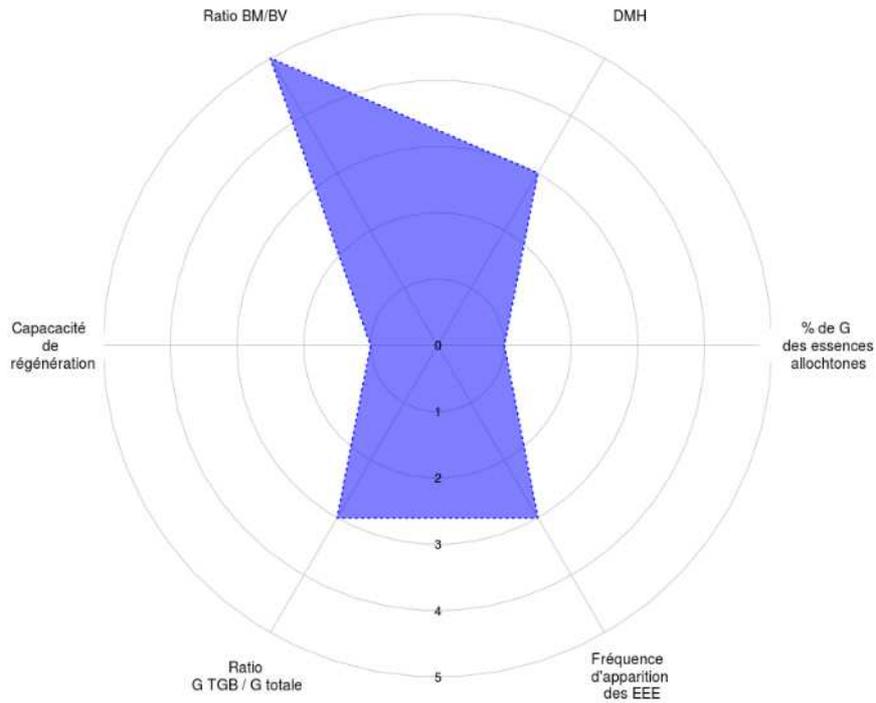
Placette 57



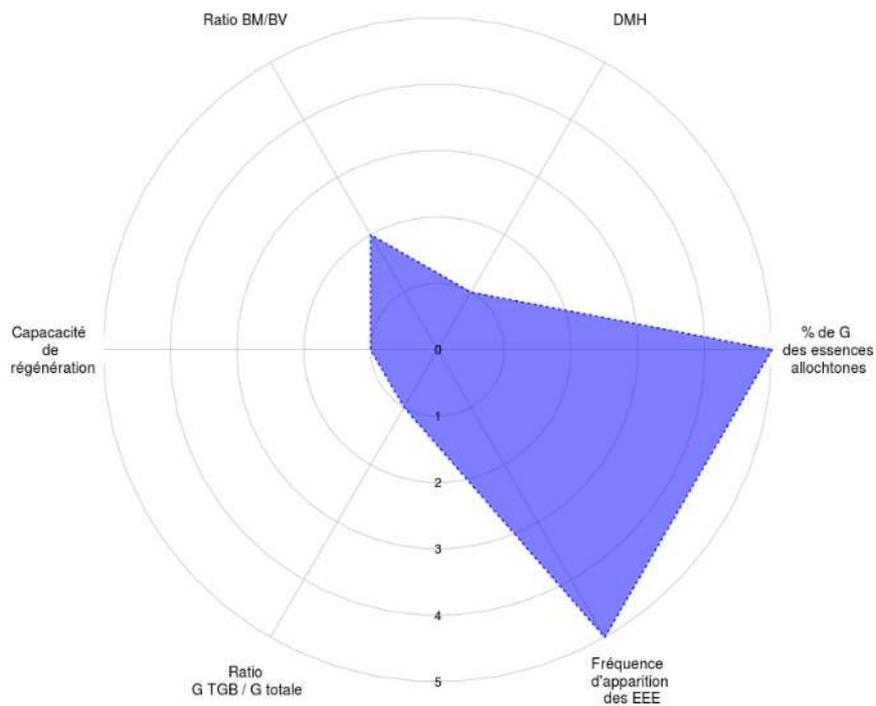
Placette 58



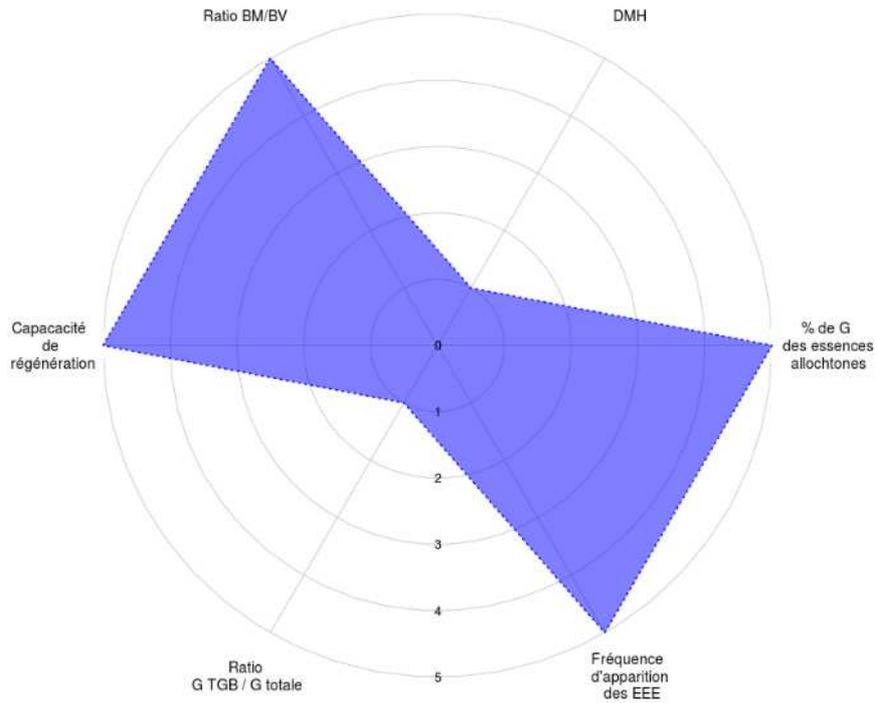
Placette 59



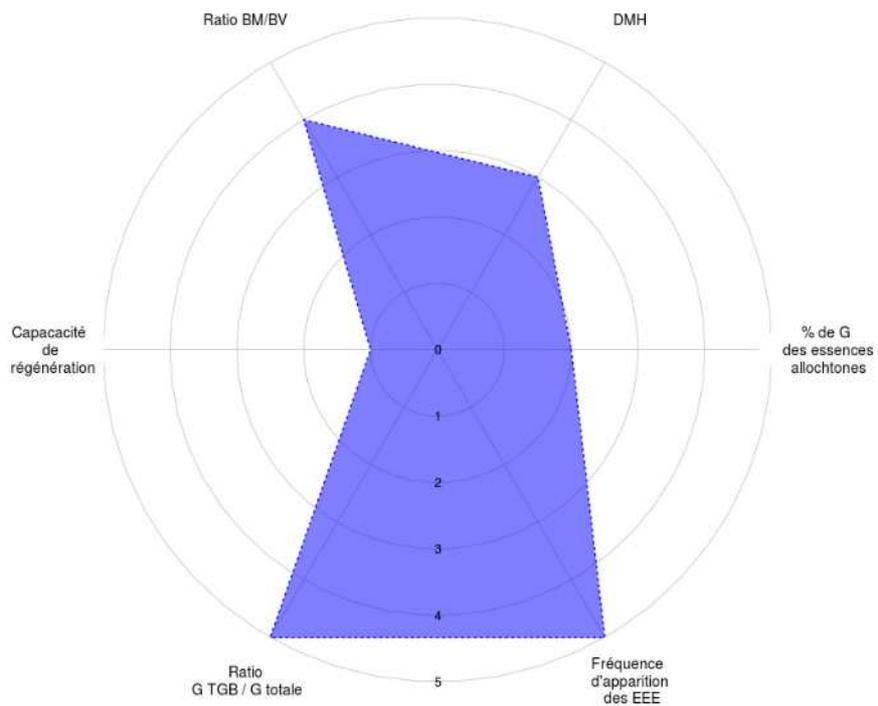
Placette 60



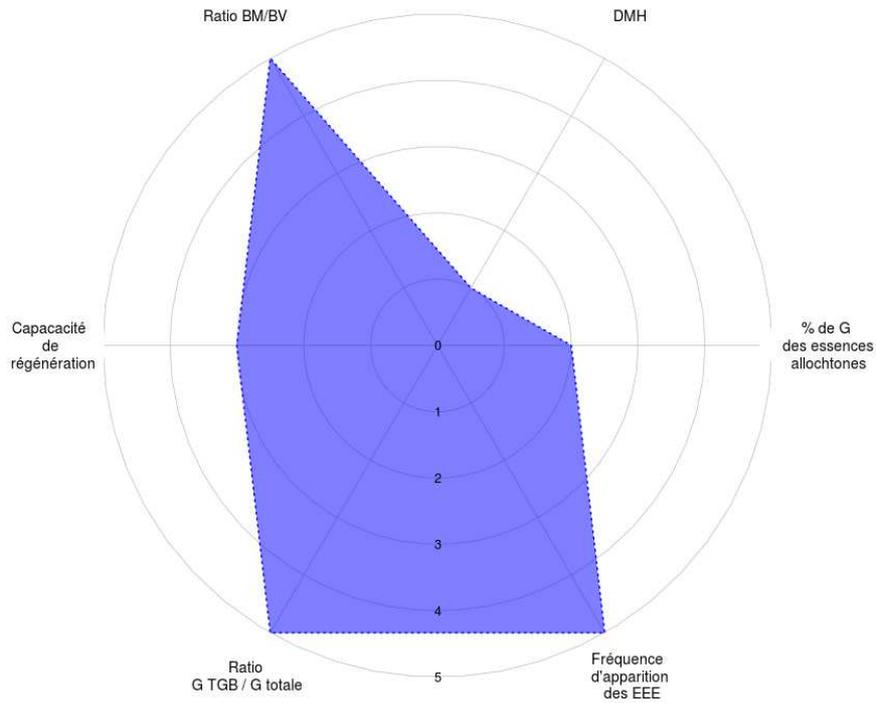
Placette 69



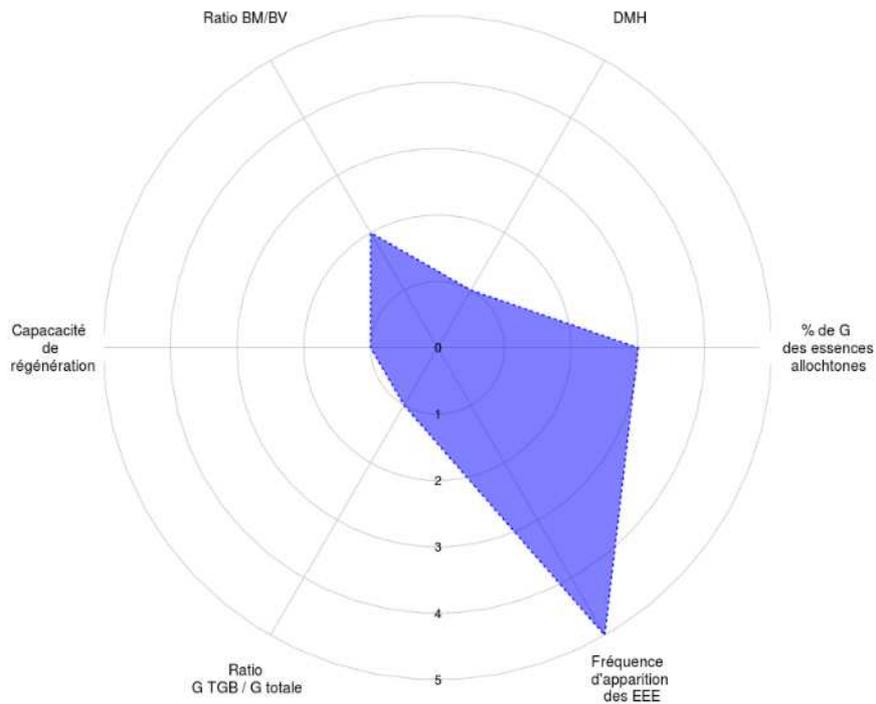
Placette 70



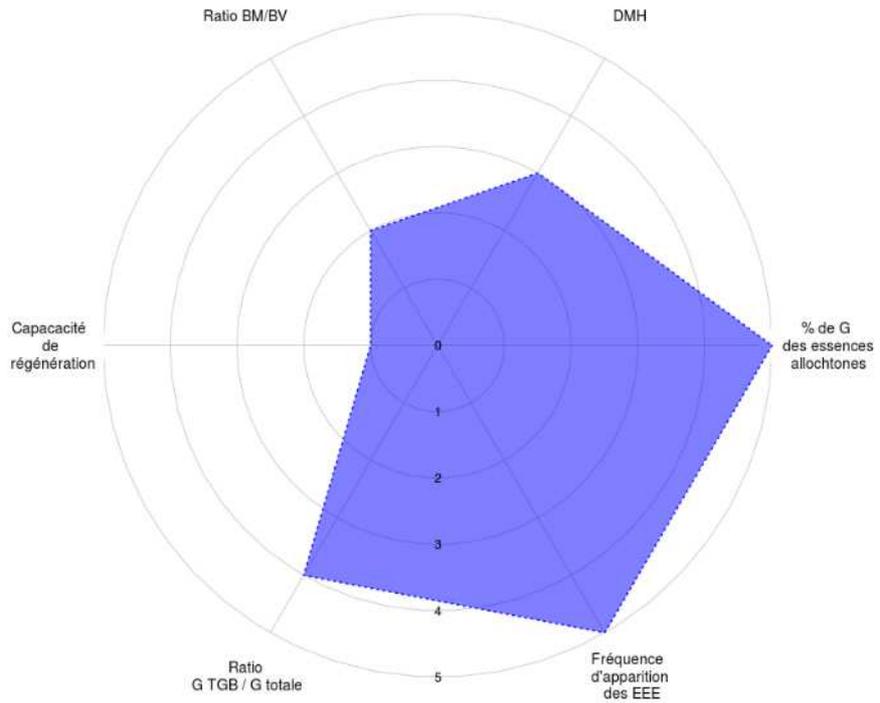
Placette 71



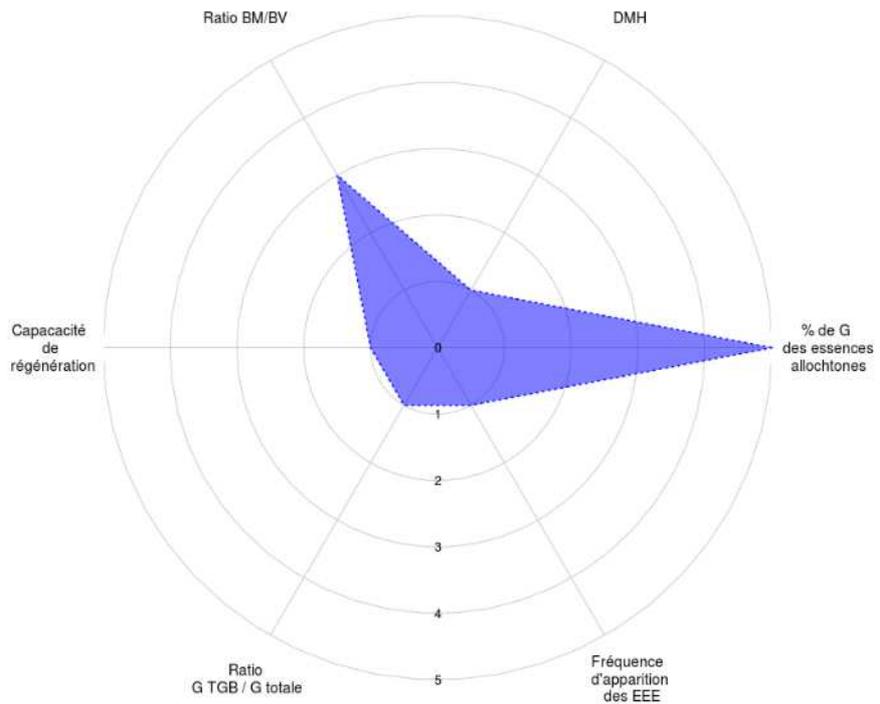
Placette 72



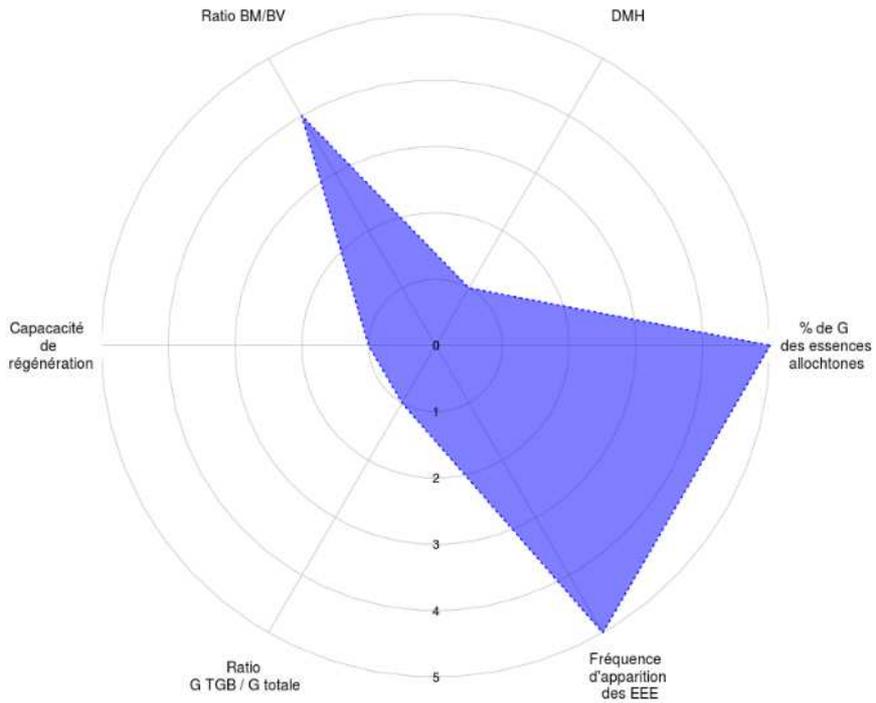
Placette 73



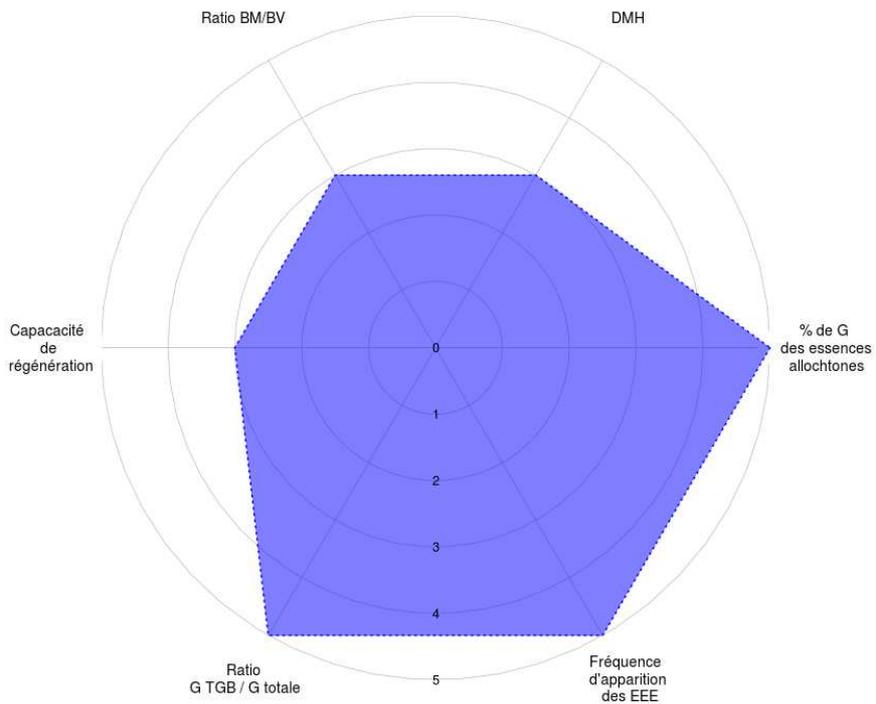
Placette 74



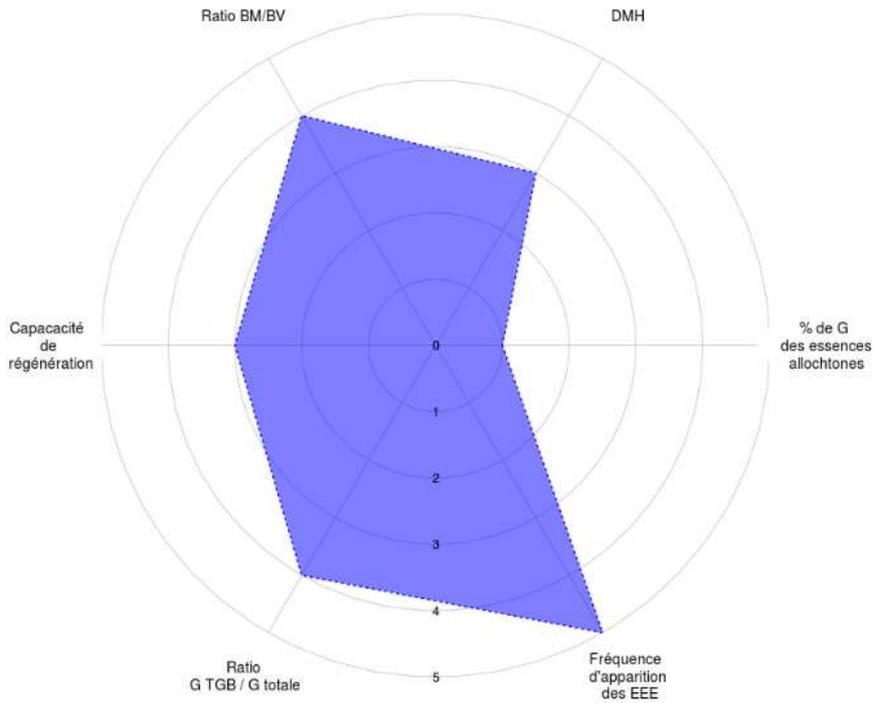
Placette 75



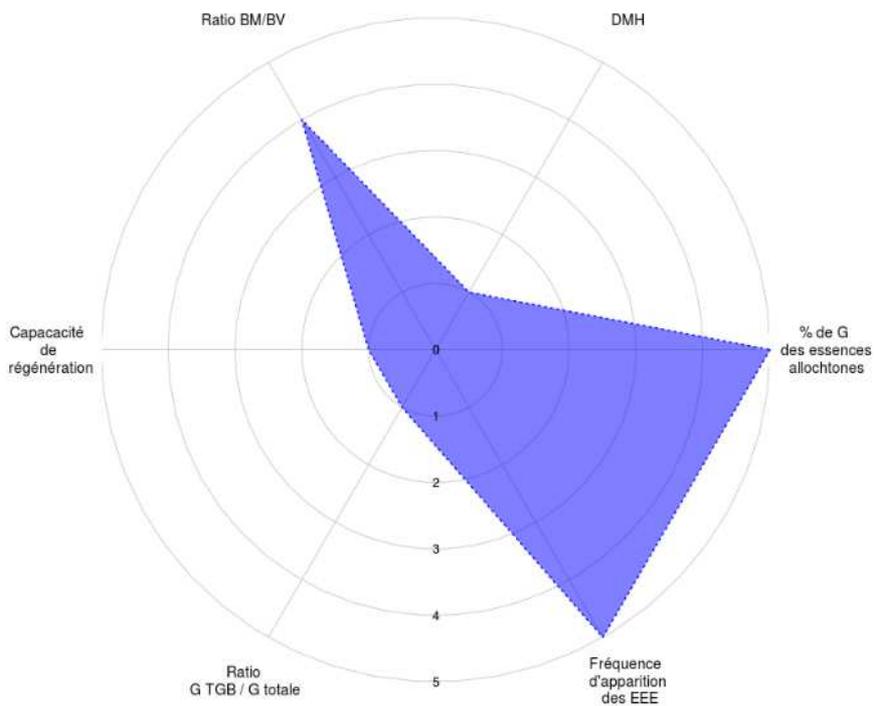
Placette 76



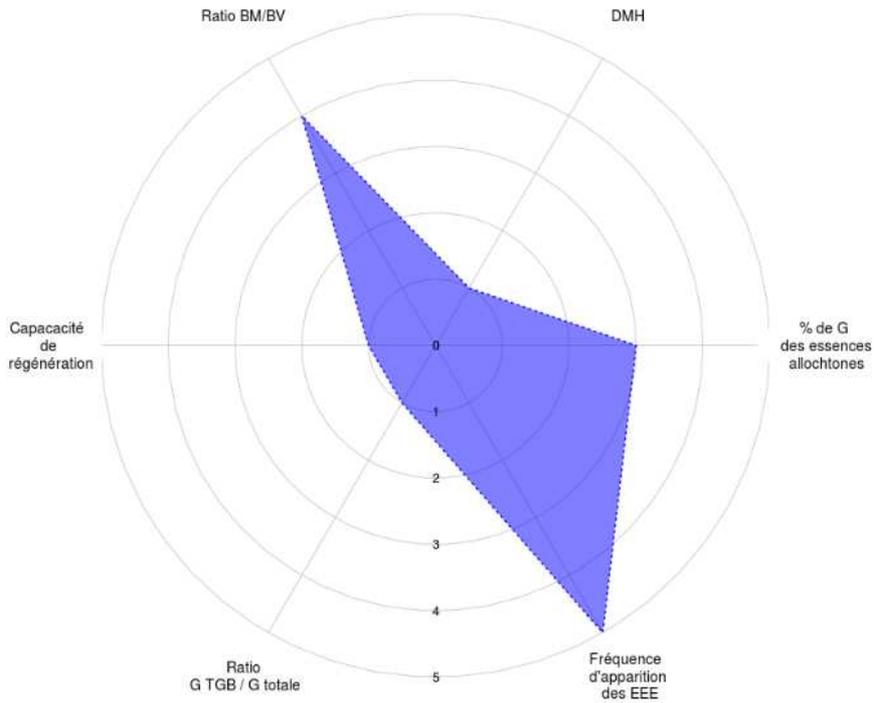
Placette 77



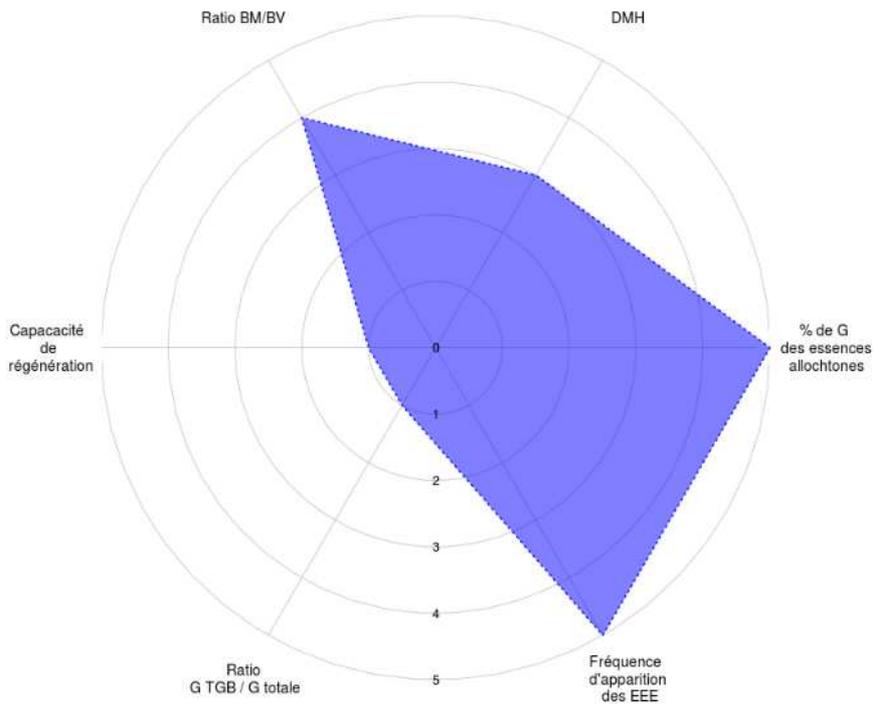
Placette 78



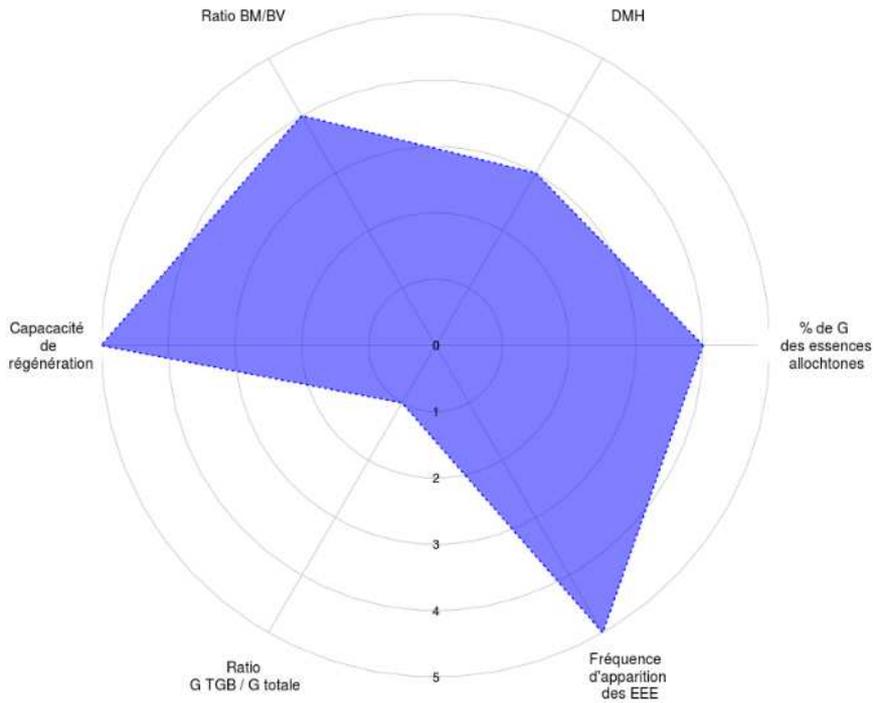
Placette 79



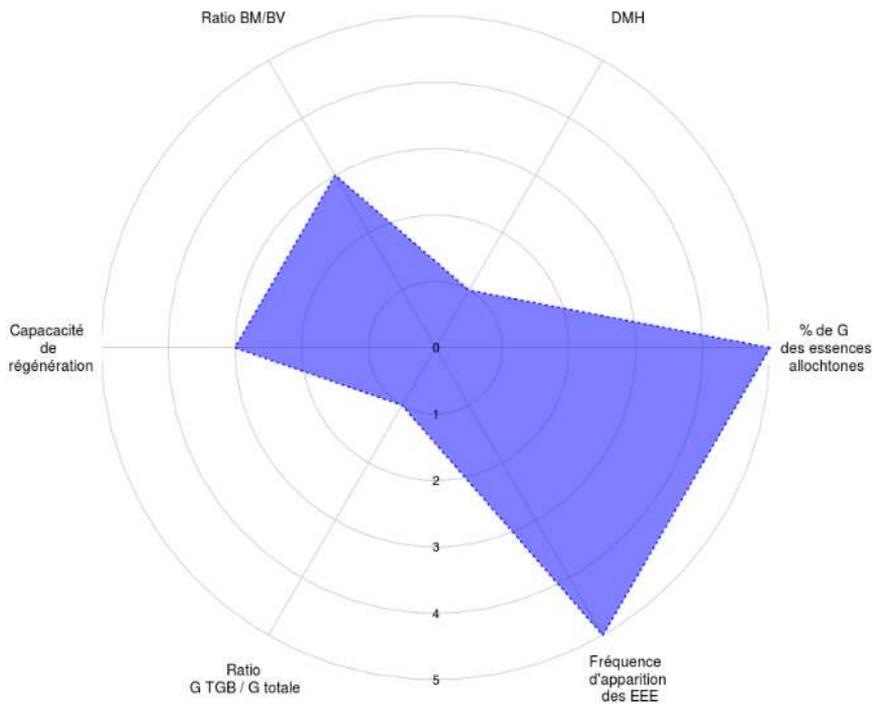
Placette 80



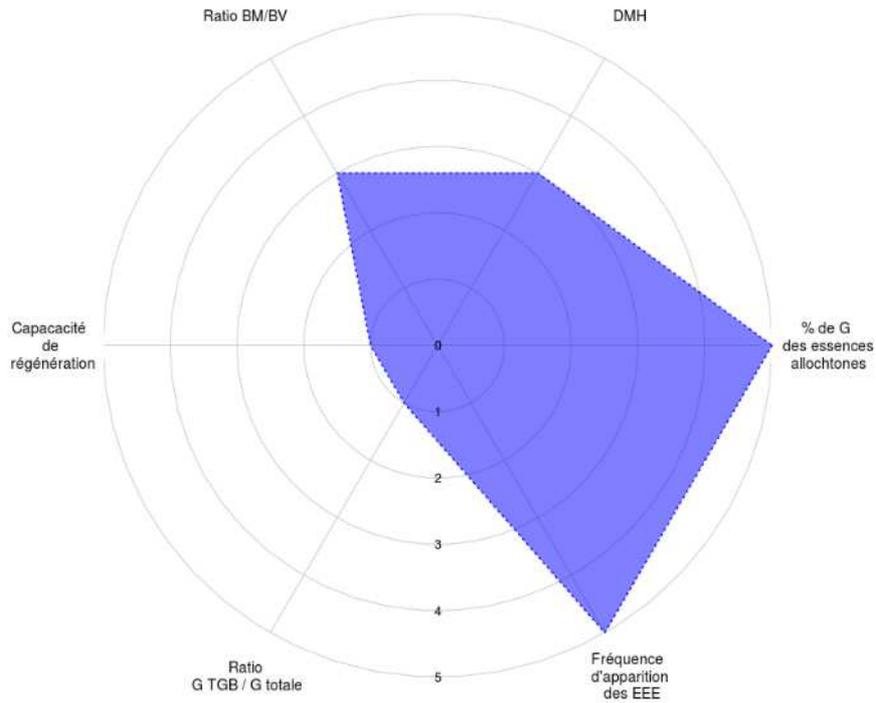
Placette 81



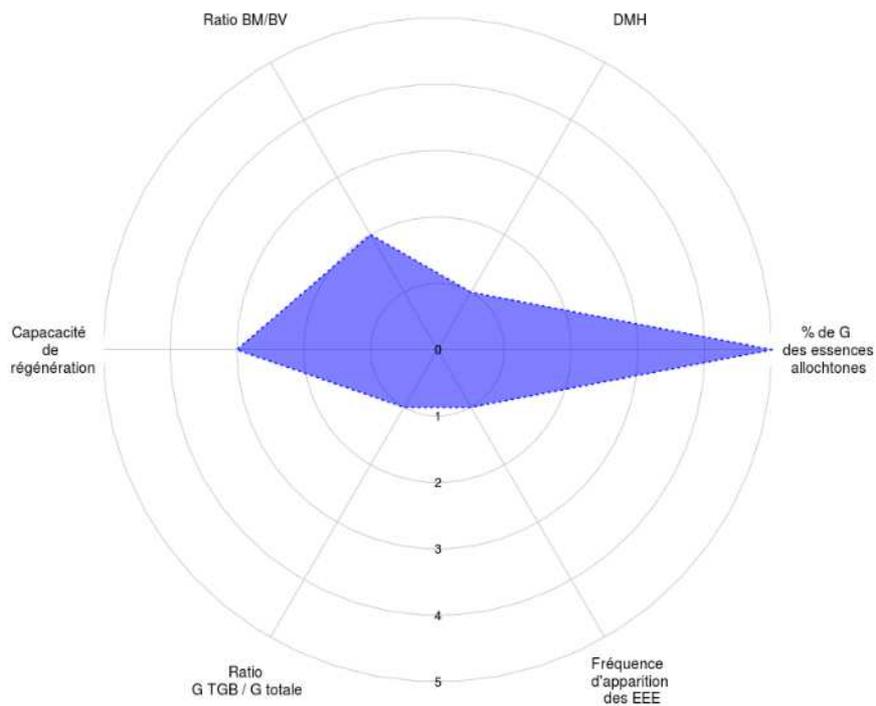
Placette 82



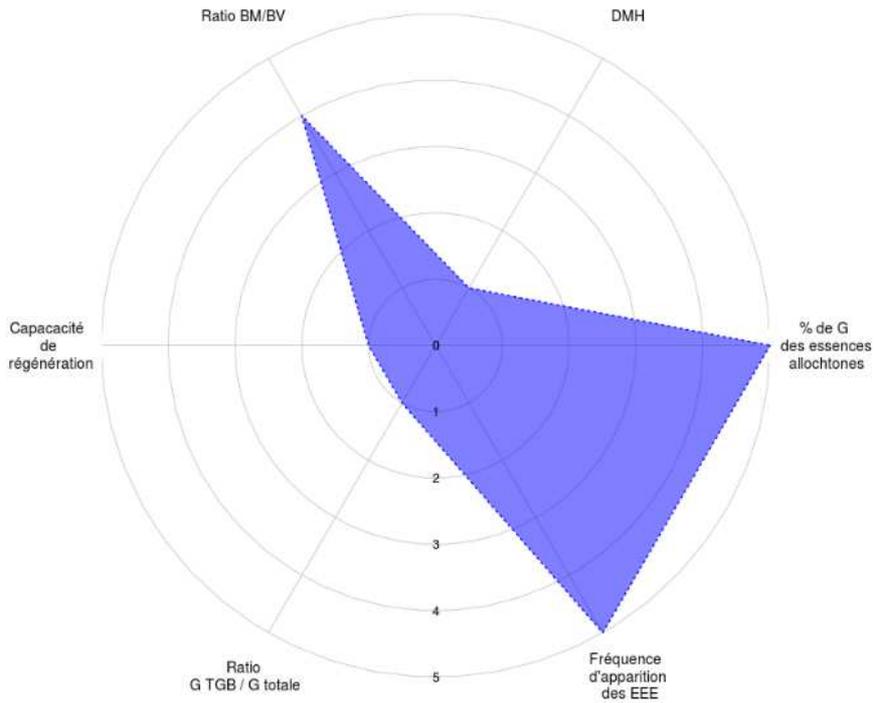
Placette 83



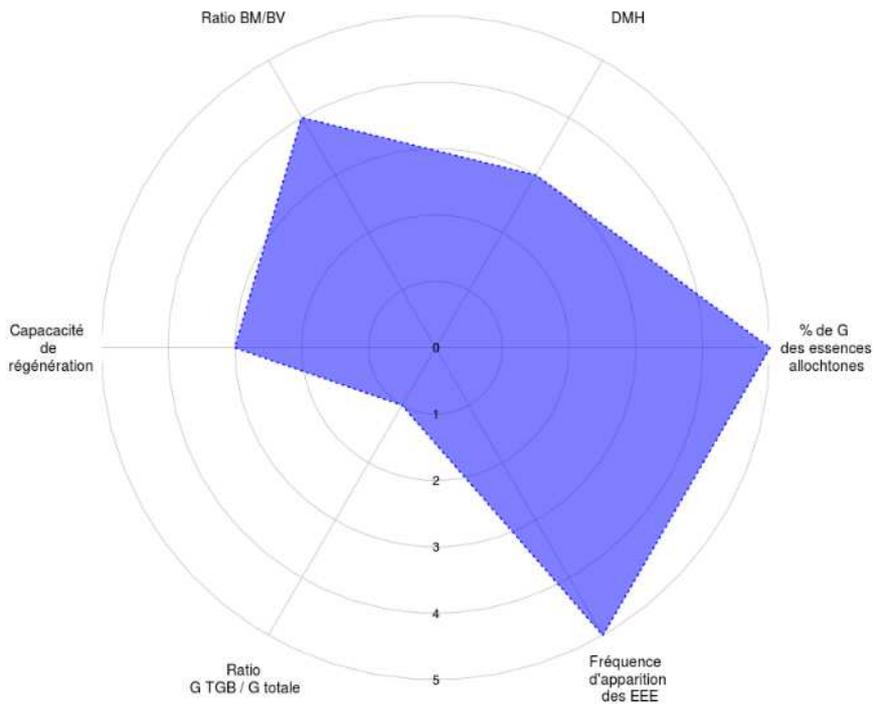
Placette 84



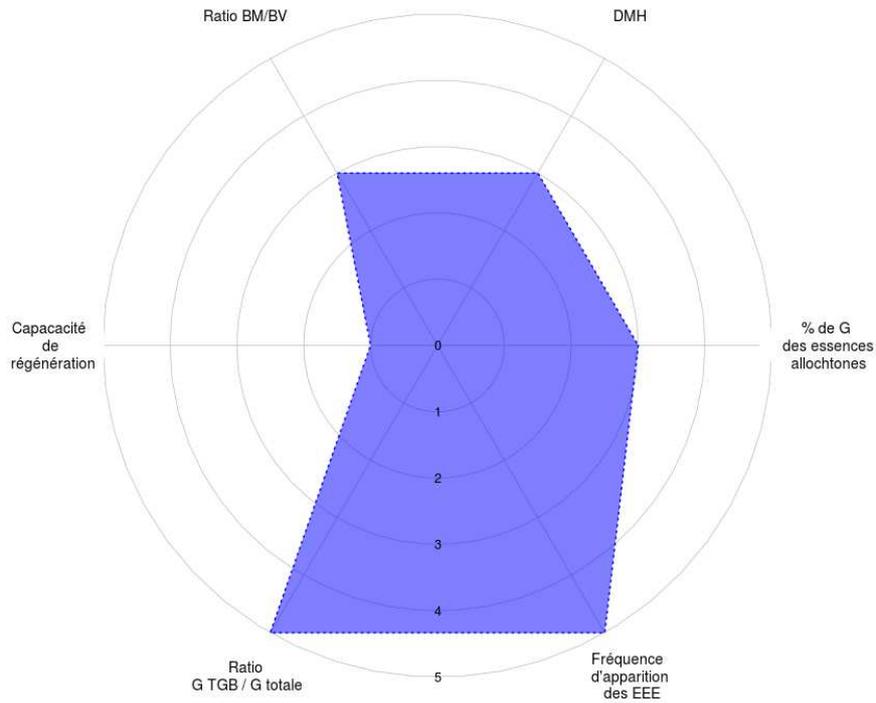
Placette 85



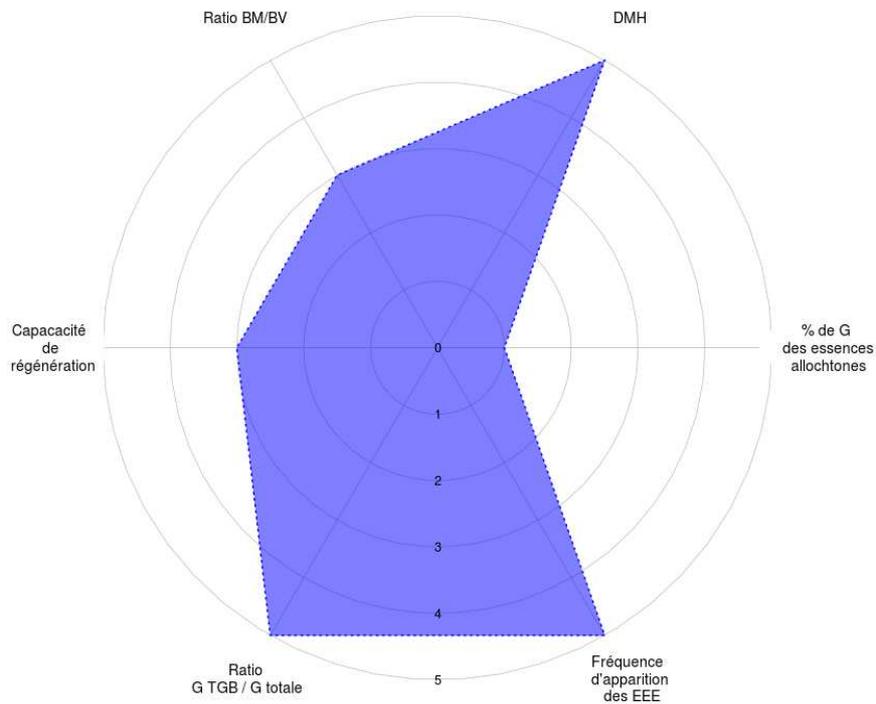
Placette 86



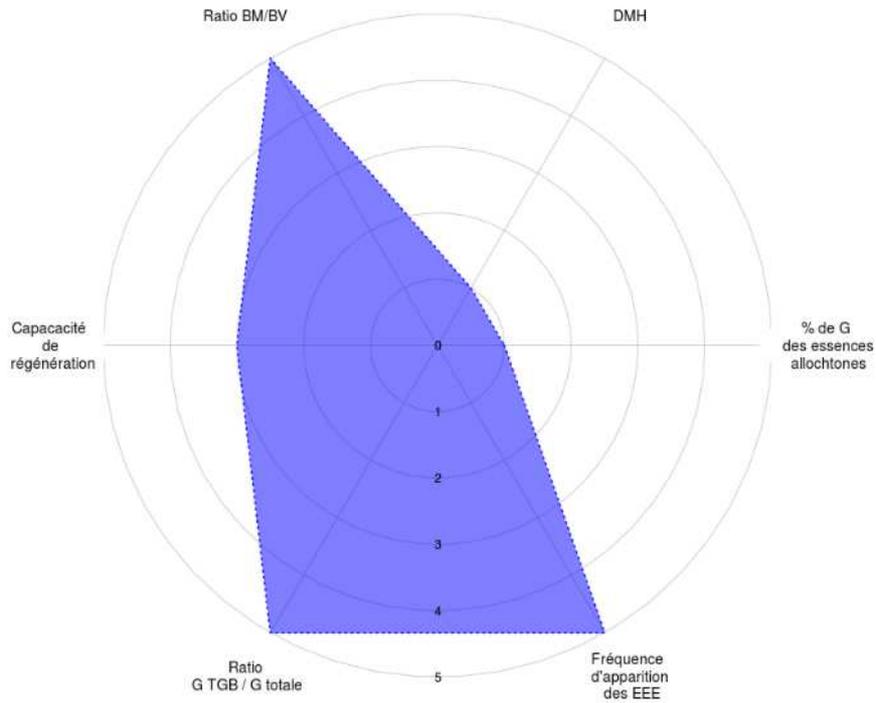
Placette 100



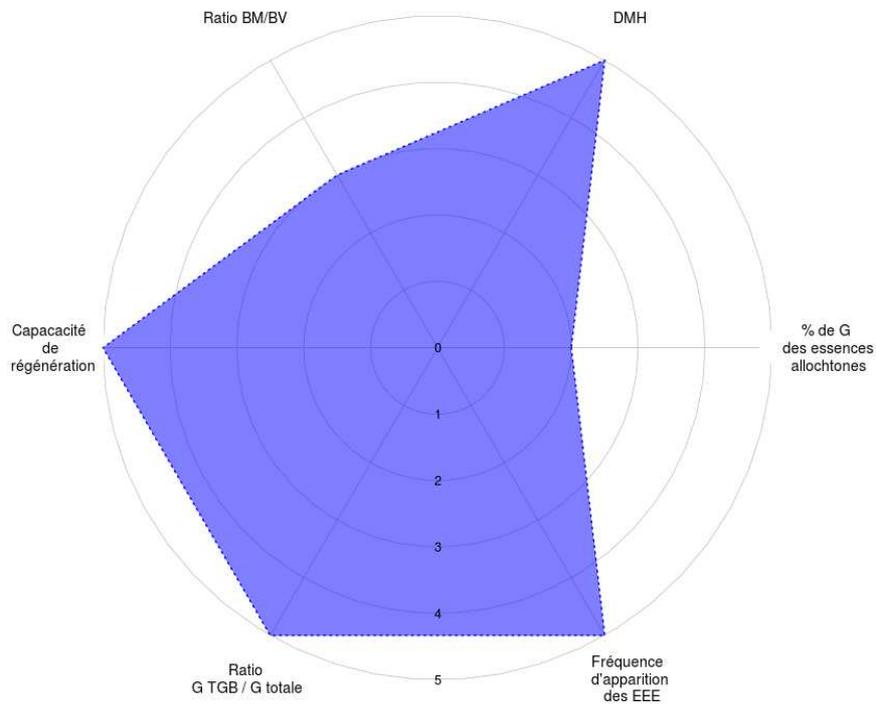
Placette 101



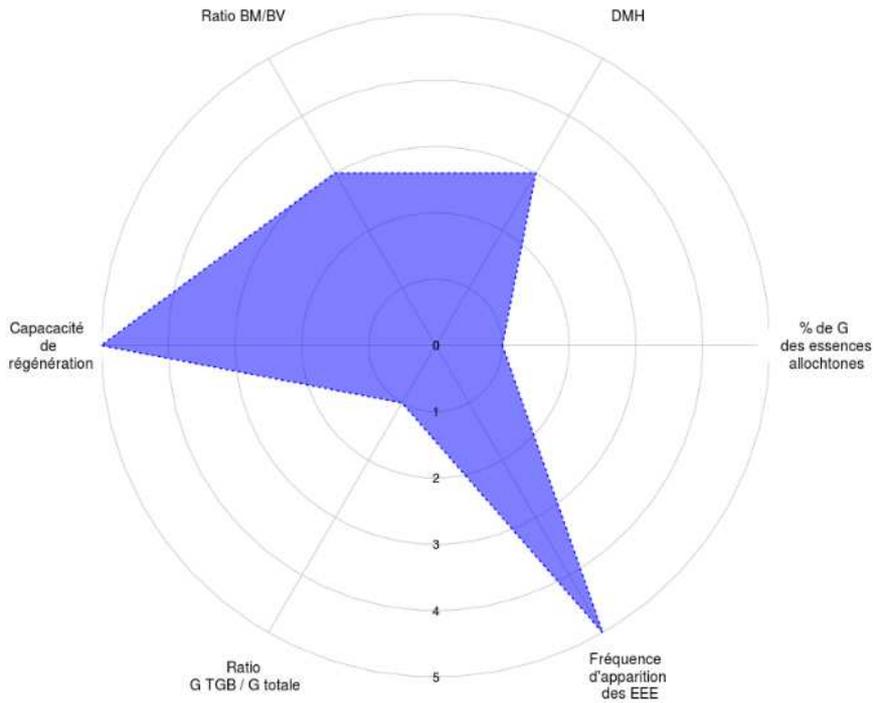
Placette 102



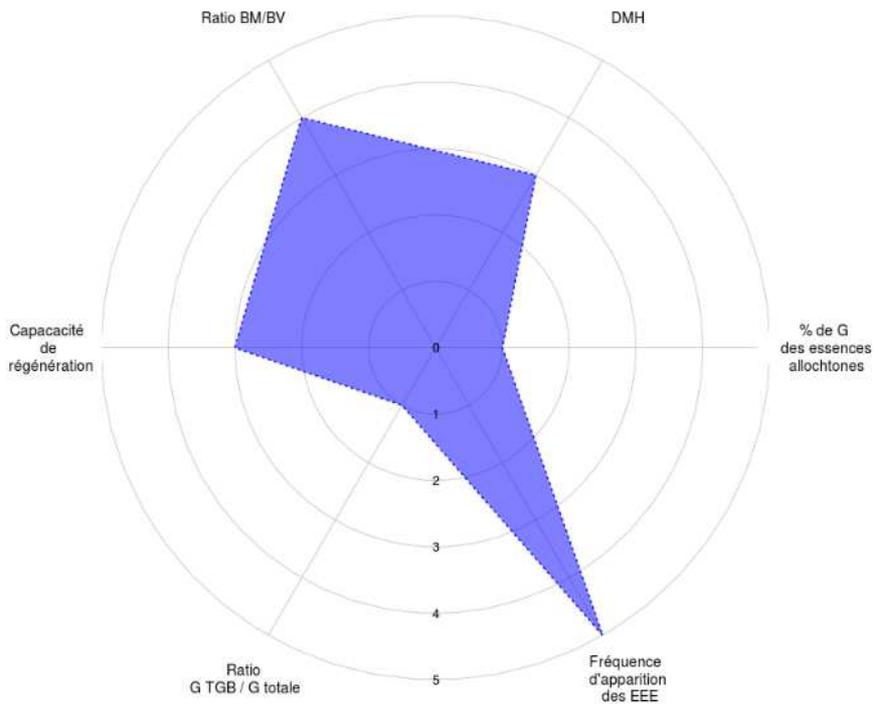
Placette 103



Placette 104



Placette 105



## Annexes 5 : Analyse des placettes en fonction de leur état de conservation estimé

