



Définition d'un jeu de critères pour évaluer les performances multiples des itinéraires de plantation

Cette étude s'intègre au projet PINNS

« Le Processus d'INNOvation technologique en Sylviculture : exemple des outils mécaniques de préparation du sol avant plantation »

et au projet CAPSOL

« Dynamique du Carbone et de la croissance après Préparation du SOL dans les plantations forestières »

C. Collet, M. Blondet, C. Deleuze, C. Richter, L. Richert

Novembre 2018

Soutiens financiers:



Affiliation des auteurs :

- Catherine Collet, Pôle Renfor, UMR Silva, INRA, 54280 Champenoux, catherine.collet@inra.fr
- Marieke Blondet, UMR Silva, AgroParisTech, 14 rue Girardet, 54 000 Nancy, marieke.blondet@agroparistech.fr
- Christine Deleuze, ONF, Direction territoriale Bourgogne Franche Comté, pôle RDI de Dole, 21 rue du Muguet, 39 100 Dole, christine.deleuze@onf.fr
- Claudine Richter, ONF, Département RD&I, Boulevard de Constance, 77300 Fontainebleau, claudine.richter@onf.fr
- Lucie Richert Fibois, Nancy, 54000 Nancy, lucie.richert@gipeblor.com

Pour citer ce document :

Collet C., Blondet M., Deleuze C., Richter C., Richert L. 2018. Définition d'un jeu de critères pour évaluer les performances multiples des itinéraires de plantation 14p. www.inra.fr/renfor/Ressources/Articles-techniques

Définition d'un jeu de critères pour évaluer les performances multiples des itinéraires de plantation

1. Contextes et enjeux

Le renouvellement des forêts est l'une des clés de la gestion durable des forêts, permettant d'assurer la pérennité des peuplements forestiers récoltés et, par-là, l'ensemble des services rendus par la forêt. En France, deux modes de renouvellement s'observent, la régénération naturelle et la plantation, qui se complètent pour offrir aux gestionnaires une palette de solutions techniques.

Les services rendus par la forêt s'adressent à une multitude d'acteurs. La conduite des plantations se doit d'intégrer les attentes des différents acteurs impliqués pour y répondre au mieux. La gestion des plantations constitue donc un problème dit "pernicieux" (de l'anglais "wicked problem", Rittel et Webber 1973, Wang 2002). Les problèmes pernicieux sont des problèmes pour lesquels il n'existe pas de formulation unique et dont la résolution dépend de la formulation choisie (Rittel et Webber 1973). Ils se différencient des problèmes "techniquement complexes" pour lesquels il existe des solutions optimales qui peuvent être formulées en suivant une procédure standardisée (par exemple un algorithme) et sur lesquelles s'accordent les différents acteurs concernés. A l'inverse, les acteurs concernés par un problème pernicieux peuvent porter des analyses différentes et, selon leur point de vue, identifier des solutions qui s'avèrent incompatibles entre elles. La résolution de ce type de problème implique ainsi la recherche de compromis entre options possibles, plutôt que de solutions optimales (De Fries et Nagendra 2017).

Les méthodes d'Evaluation Multi Critère (EMC) sont des outils d'aide à la décision conçus pour identifier des solutions de ce type. Ces méthodes visent à raisonner des choix satisfaisant au mieux les différents points de vue exprimés. Elles permettent tout particulièrement de lever deux difficultés majeures sur lesquelles butte la résolution de problèmes pernicieux, que sont l'existence d'objectifs multiples potentiellement antagonistes, et la subjectivité des préférences des acteurs vis-à-vis de ces objectifs (Belton et Stewart 2002).

Les dernières décennies ont vu un développement des démarches de décision participative pour la gestion forestière (Nordström 2010). L'objectif visé est d'améliorer les bénéfices sociétaux issus de la forêt en prenant en compte l'ensemble des attentes exprimées, et de gérer les conflits potentiels entre acteurs. Les méthodes d'EMC se sont révélées particulièrement intéressantes pour mettre en œuvre ces démarches participatives (Froger et Oberti 2002, Mendoza et Prabhu 2005) dès lors qu'elles sont utilisées de manière transparente (Saarikosi 2013). La méthodologie multicritère peut être utilisée pour structurer la participation, supporter les interactions entre acteurs, servir de langage fédérateur, modéliser les systèmes de valeurs individuels, ou encore encapsuler les connaissances expertes (Damart, 2009).

Ce travail constitue une première phase d'un projet global qui vise à élaborer un modèle d'EMC pour la conduite des plantations forestières, selon une démarche participative.

L'objectif du projet global est de contribuer au débat sur la place de la plantation dans la foresterie française, ainsi qu'au choix des solutions techniques à mettre en œuvre pour assurer que les objectifs assignés à la plantation seront bien atteints.

L'élaboration d'un modèle d'EMC se décompose en plusieurs étapes (Botreau et al. 2014): (1) définition du système évalué et des objectifs de l'évaluation, (2) identification des critères, (3) construction des indicateurs, (4) élaboration des règles d'intégration des indicateurs.

Le présent travail se focalise sur les deux premières étapes et vise à fournir une liste hiérarchisée de critères permettant d'évaluer les performances multiples des itinéraires de plantation, qui reflètent les attentes de l'ensemble des acteurs concernés par la thématique.

2. Matériel et méthodes

1. Modèle d'EMC visé

Parmi les innombrables méthodes d'EMC, les méthodes du type MCDA (Multi Criteria Decision Aid) sont reconnues comme particulièrement adaptées à l'analyse des performances des systèmes de productions agricoles (Sadok et al. 2008). Ces approches permettent notamment de décomposer de manière structurée la contribution du système au développement durable sous la forme d'un arbre décisionnel, et d'intégrer les préférences des acteurs à l'aide de poids attribués aux différents critères (Craheix et al., 2011). En France, les modèles MASC (grande culture), DEXI-SH (élevage), DIAMOND (élevage de palmipèdes) parmi d'autres suivent ce type d'approche.

Les éléments de base de ces modèles sont les critères, qui représentent les attentes exprimées par les acteurs. Ainsi, les critères retenus dans les modèles doivent répondre à trois contraintes (Lairez et al. 2015):

- L'ensemble des critères doit être exhaustif, tous les aspects de la performance du système devant être pris en compte par le modèle.
- Les critères doivent être énoncés clairement et être compréhensibles par les acteurs concernés.
- Les critères doivent être non redondants et, dans la mesure du possible, faiblement corrélés entre eux. Cependant, en pratique, les corrélations entre critères sont difficilement évitables.

Dans ce type de modèles, les critères retenus sont organisés dans un arbre hiérarchique, qui permet de les regrouper selon leur signification. Les critères basiques correspondent aux variables d'entrée du modèle. Ils sont rassemblés de façon successive jusqu'à la racine de l'arbre qui synthétise l'ensemble des critères et qui représente la contribution au développement durable du système évalué (Craheix et al. 2011).

2. Définition du système évalué

L'étude se focalise sur les itinéraires de plantation. L'itinéraire est défini comme la suite logique des opérations réalisées en vue de réussir la plantation. Dans cette étude, l'itinéraire se définit et est évalué à l'échelle de la parcelle de gestion.

La plantation s'insère dans le cycle de gestion forestière complet (Fig 1). Le processus débute par un diagnostic préalable qui doit éclairer la décision de planter et le choix de

l'essence à installer. Le choix de l'itinéraire de plantation se fait à la suite de ces premières décisions. Dans l'étude, nous nous concentrerons sur ce dernier choix et nous ne considérerons pas la décision de planter, ni le choix de l'essence.

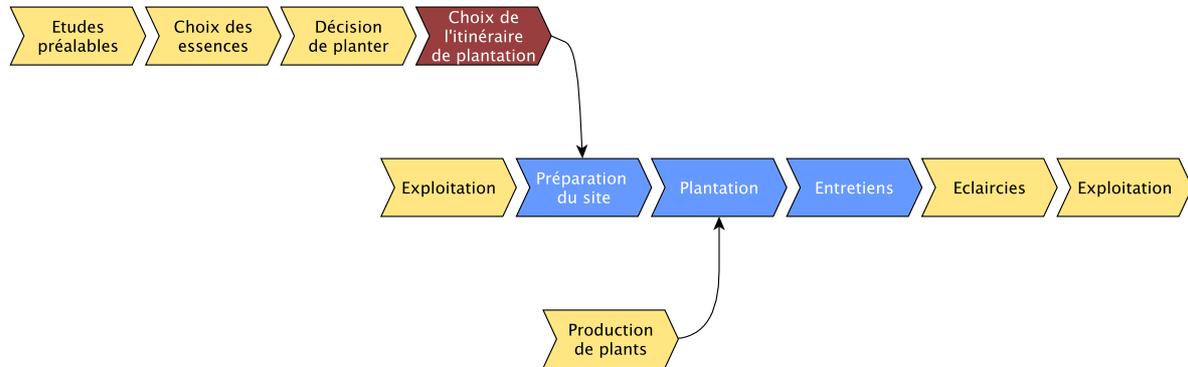
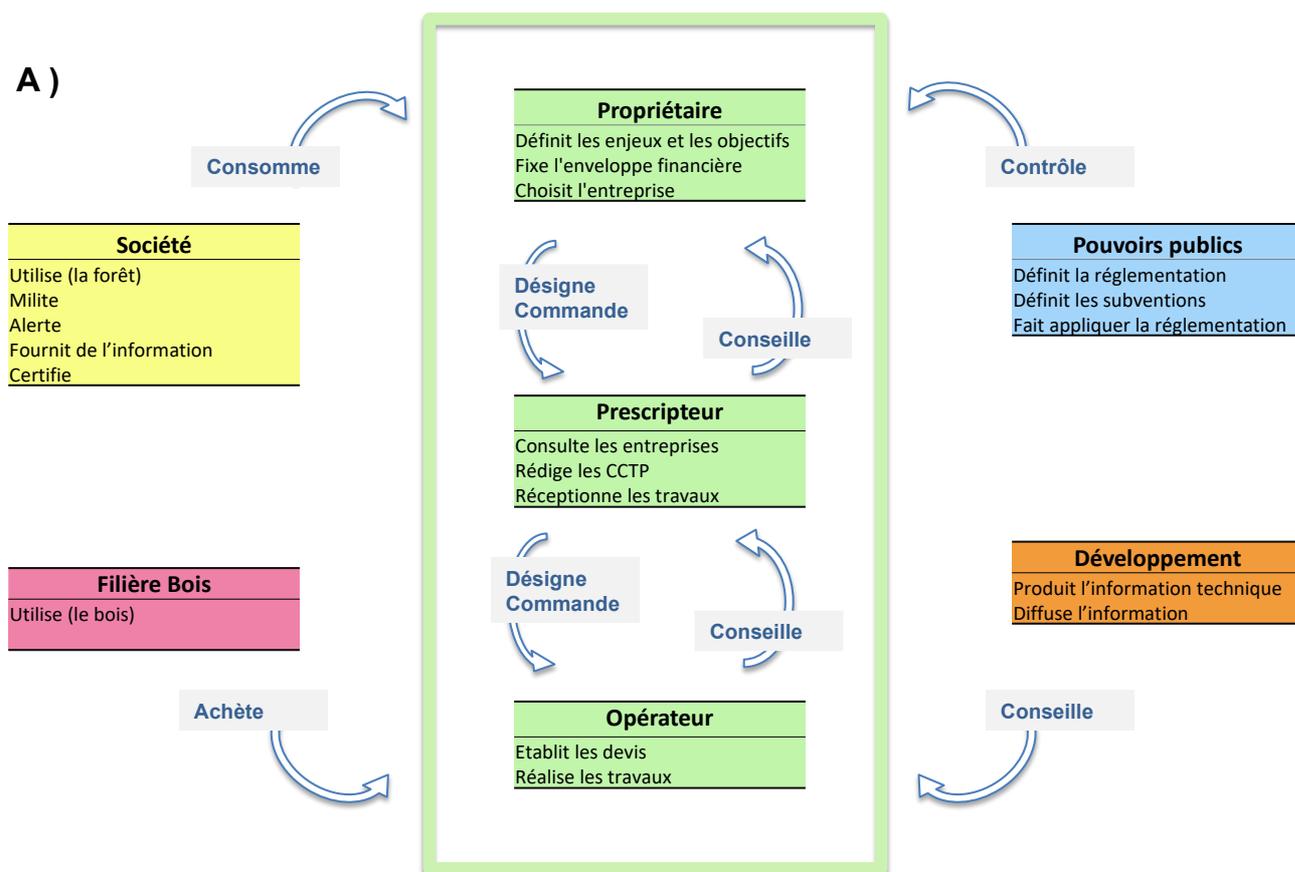


Figure 1. Etapes successives de la phase juvénile de l'itinéraire de plantation prises en compte dans l'étude (en bleu), intégrées dans le cycle complet de la gestion d'une parcelle forestière.

Sur la parcelle, l'itinéraire de plantation débute après l'exploitation du peuplement en place. Il comporte trois phases successives:

- *La préparation du site.* Cette préparation intègre le traitement des rémanents. Elle peut être mécanisée, et peut comporter l'utilisation d'engrais ou de pesticides.
- *La plantation proprement dite.* L'installation des plants est généralement manuelle, rarement mécanisée. Cette phase peut être complétée par la pose de protections contre les ongulés.
- *Les entretiens.* Ils visent essentiellement à contrôler le développement de la végétation spontanée qui entre en compétition avec les plants installés. Ces entretiens peuvent être manuels ou mécanisés.

La phase de renouvellement se termine lorsque les arbres atteignent une hauteur d'environ 3 à 4 m. Cette hauteur correspond à un seuil au-delà duquel les arbres sont supposés libérés de la compétition exercée par la strate herbacée et insensibles à l'abrutissement par les ongulés sauvages. Selon les essences et selon les conditions du milieu, ce seuil est généralement atteint 5 à 10 ans après la plantation. Dans certaines conditions difficiles, cette durée peut s'avérer beaucoup plus longue. Au-delà de ce seuil, la dynamique de développement du peuplement est alors déterminée par la compétition entre les arbres, régulée par les éclaircies. Le cycle de vie du peuplement se ferme par l'exploitation du peuplement. Ces phases ne seront pas considérées dans l'étude.



B)

Type d'acteur	Type de Forêt		
	Domaniale	Communale	Privée
Propriétaire (13)	Domaine	COFOR (4)	Particuliers (9) Sociétés privées
Prescripteur (28)	Services forêt ONF (4) Agences travaux ONF (2) Services travaux ONF (2) UT ONF (11)		Coopératives (3) Gestionnaires indépendants (1) Sociétés de gestion (2) Experts forestiers (3)
Opérateur (5)	UP ONF (1)	Entreprises de Travaux Forestiers (4)	Coopératives
Société (2)		Individus Associations (1) Médias Organismes de certification (1)	
Filière Bois (3)		Négociants Transformation du bois (3)	
Pouvoirs publics (4)		MAA (2) Région (1) ADEME (1)	
Développement (8)		CRPF (3) GCF (1) ONF-RDI (3) FCBA (1)	

Figure 2. Acteurs concernés par la plantation forestière. 2A) Rôles et interactions entre les différents types d'acteurs. 2B) Acteurs enquêtés: type d'acteur et, entre parenthèses, nombre de personnes enquêtées pour chaque type.

3. Identification des acteurs

Les acteurs concernés par la plantation forestière sont:

- *Les praticiens forestiers*, directement impliqués dans la conduite de la plantation, qui se divisent en:
 - *les propriétaires* (privés, publics) qui possèdent les parcelles,
 - *les prescripteurs* qui choisissent les interventions à réaliser,
 - *les opérateurs* (entrepreneurs de travaux, pépiniéristes) qui les réalisent.
- *Les pouvoirs publics.*
- *Les organismes de développement.*
- *La société.*
- *Les professionnels de la filière bois.*

Les rôles de chaque acteur dans le cadre de la conduite des plantations, et les principales interactions entre acteurs sont représentés dans la figure 2a.

4. Démarche mise en œuvre

La démarche suivie se décompose en six étapes, qui impliquent différents participants et ont des objectifs spécifiques (Tab 1).

Tableau 1. Acteurs impliqués dans les étapes successives de l'élaboration de la liste de critères: définition et rôle des différents acteurs.

Etape	Animateurs	Participants	Objectifs
1	Groupe de travail	Groupe de travail lui même: acteurs de la R&D	<ul style="list-style-type: none"> • Délimiter le système étudié • Réaliser une analyse biblio sur les critères utilisés en foresterie et en agroécologie • Identifier les acteurs socio-économiques à impliquer • Etablir une liste préliminaire de critères
2	Groupe de travail	Experts : R&D, gestionnaires forestiers	<ul style="list-style-type: none"> • Valider le choix du système étudié • Etablir une 1e liste de critères potentiels • Identifier les acteurs à enquêter • Proposer des contacts parmi les acteurs à enquêter
3	Groupe de travail	Groupe de travail : R&D	<ul style="list-style-type: none"> • Organiser la 1e liste de critères • Etablir la liste des personnes à enquêter
4	Etudiants APT encadrés par leurs enseignants	Acteurs socio-économiques : propriétaires, prescripteurs, opérateurs, développement	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser des entretiens auprès des acteurs économiques pour recueillir leurs critères • Analyser les entretiens réalisés • Rédiger une synthèse du travail effectué
5	Groupe de travail	Acteurs socio-économiques : opérateurs, développement, pouvoirs publics, société, filière bois	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser des entretiens auprès des acteurs économiques pour recueillir leurs critères • Etablir une liste exhaustive de critères
6	Groupe de travail	Groupe de travail : R&D	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser l'ensemble des critères recueillis • Etablir une liste hiérarchique des critères retenus

Groupe central : délimitation de l'étude

Un groupe de travail central, constitué de quatre personnes issues de la recherche et du développement, a piloté l'ensemble du projet

La première étape a consisté à délimiter le système exploré, soit l'itinéraire de plantation mis en œuvre à l'échelle de la parcelle (déjà présenté en Fig 1).

Les acteurs concernés par la thématiques ont ensuite été identifiés (Fig 2b), et une liste nominative de personnes à contacter a été établie. L'échantillonnage visé comporte une majorité de praticiens (propriétaires, prescripteurs et opérateurs) qui ont été choisis pour représenter différents types de forêts (domaniale, communale, privée), différents modes de gestion (notamment en forêt privée) et différents types de peuplements (forêt de plaine et de montagne; forêts feuillues et résineuses). Pour les praticiens, l'échantillon a inclus principalement des personnes qui pratiquent la plantation de façon régulière. Par exemple, à l'ONF, le choix s'est porté sur les Agences et les Unités Territoriales qui commandaient le plus de plants. L'objectif étant de recueillir de façon exhaustive les avis sans chercher à quantifier la représentativité de chaque avis, l'équilibre entre les effectifs des différentes catégories d'acteur n'a pas été recherché.

En parallèle, une étude bibliographique ciblant les EMC en agroécologie et en foresterie a été réalisée, dans l'objectif d'établir une première liste de critères potentiels.

Experts : recueil de critères

Le groupe central s'est adjoint six experts issus de la R&D pour une journée de travail. Les délimitations du système étudié et des acteurs concernés ont été validées par les experts. Chaque personne s'est ensuite exprimée à tour de rôle et a détaillé les critères qui lui semblaient pertinents, à partir de son expérience personnelle et de ses connaissances générales. Une discussion générale portant sur les critères a clos la journée. Cette étape a permis de compléter très largement la liste de critères potentiels.

Groupe central : organisation de la liste

Le groupe de travail a analysé l'ensemble des critères proposés, en en reformulant certains et en les organisant dans un premier arbre hiérarchique. A ce stade, la redondance entre critères n'a pas constitué un filtre important et seuls les critères complètement redondants ont été éliminés. Cette liste comportait 67 critères basiques, répartis en cinq niveaux (dont le niveau racine).

Acteurs socioéconomiques : recueil de critères

Cinquante-huit personnes, représentant les acteurs socio-économiques visés, ont été enquêtées. Des entretiens semi-directifs, d'une durée variant de 1 à 3 h ont été menés.

Dans un premier temps, les entretiens ont été réalisés par les étudiants de 3^e année d'AgroParisTech, dans le cadre d'un module d'enseignement d'une durée de huit jours. Sous la direction de leurs enseignants, les étudiants ont conçu un guide d'entretien. Par binôme ou trinôme, les étudiants ont ensuite réalisé les entretiens en allant visiter les personnes sur leur lieu de travail. A l'issue du module, les étudiants ont fourni un rapport d'activité présentant les critères recueillis et analysant la contribution des personnes enquêtées à ce travail.

Des entretiens complémentaires ont ensuite été réalisés par le groupe central, pour atteindre l'échantillonnage initialement visé, notamment auprès de certains acteurs que les étudiants n'avaient pas enquêtés.

Cette étape est primordiale car elle permet l'obtention d'une liste qui représente effectivement l'ensemble des attentes des différents acteurs concernés par la thématique. Une liste basée uniquement sur l'avis d'experts ne permettrait pas de garantir ce résultat. Dans cette étude, les entretiens ont permis l'ajout ou la reformulation de 15 critères basiques, par rapport à la liste issue de la journée avec les experts.

Groupe central : organisation de la liste finale

Le groupe central a ensuite organisé la nouvelle liste de critères pour établir un arbre hiérarchique à la fois exhaustif et non redondant.

3. Résultats et discussion

L'arbre hiérarchique comporte 53 critères basiques (Fig 3), répartis selon cinq niveaux hiérarchiques.

Au premier niveau, se trouve le critère racine (contribution au développement durable).

Au deuxième niveau, se retrouvent les critères agrégés classiquement rencontrés dans les EMC en agroécologie (notamment dans le modèle MASC), qui représentent les différentes dimensions du développement durable.

Une différence notable dans notre étude est l'ajout d'un critère "performances techniques". Dans les EMC des systèmes agronomiques, les performances économiques regroupent les coûts associés au système ainsi que la production du système. La conversion directe de la production en performances économiques est possible car les durées de production en agriculture sont courtes.

Dans le cas des plantations forestières, la valeur future du peuplement est difficilement quantifiable à la sortie du stade juvénile (5 à 10 ans). Nous avons donc choisi de représenter la valeur future sous la forme d'un potentiel, représenté par les caractéristiques techniques de la plantation. Ainsi, les performances techniques d'un itinéraire représentent la valeur future du peuplement, et sont dissociées des performances économiques, qui se focalisent sur les coûts associés.

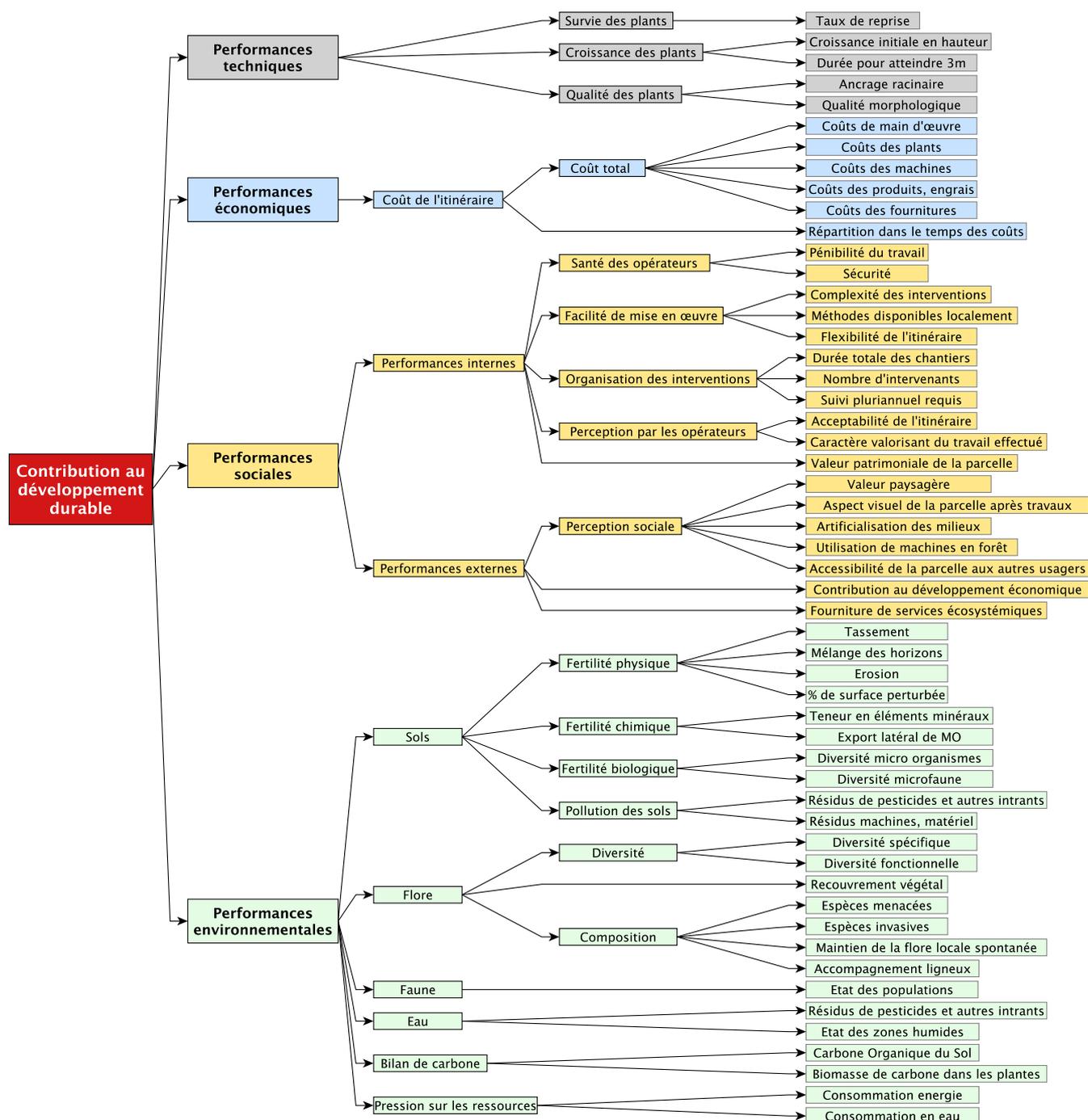


Figure 3. Liste hiérarchisée de critères, pour l'évaluation des performances multiples des itinéraires de plantation.

1. Performances techniques

Les performances techniques regroupent cinq critères basiques (Tab 2) qui contribuent au potentiel futur des plants installés et ont été regroupés en trois critères agrégés: la survie, la croissance et la qualité des plants.

Lors des entretiens, un critère de distribution spatiale des plants vivants a souvent été mentionné. Dans la pratique, ce critère est effectivement utilisé pour évaluer le succès de

la plantation. Nous avons néanmoins décidé de n'incorporer aucun critère reflétant la distribution spatiale des variables observées, que ce soit pour les critères techniques ou environnementaux pour lesquels une question similaire peut se poser. Cet aspect sera traité lors de la construction des indicateurs traduisant les critères énoncés par les acteurs (abordé dans une suite future de l'étude).

Tableau 2. Performances techniques: critères

Performances techniques	
Survie des plants	Taux de reprise
Croissance des plants	Croissance initiale
	Durée pour atteindre 3m
Qualité des plants	Ancrage racinaire
	Qualité morphologique

2. Performances économiques

Les performances économiques regroupent six critères basiques (Tab 3) qui reflètent les coûts de l'itinéraire complet. Ils sont organisés selon deux critères agrégés: le coût total, décomposé en cinq postes principaux, et la répartition dans le temps des coûts. Cette dernière a souvent été mentionnée dans les entretiens: les conseillers et gestionnaires de petits propriétaires (coopératives, experts, CRPF) ont une préférence pour les itinéraires dans lesquels les coûts sont groupés la première année comparativement aux itinéraires dont les coûts s'étalent sur plusieurs années. Ce n'est pas forcément le cas pour les gros propriétaires (privés et publics).

Tableau 3. Performances économiques: critères

Performances économiques		
Coût de l'itinéraire	Coût total	Coûts de main d'œuvre Coûts des plants Coûts des machines Coûts des produits et engrais Coûts des fournitures
	Répartition des coûts dans le temps	Répartition des coûts dans le temps

3. Performances sociales

Les performances sociales regroupent 18 critères basiques (Tab 4) organisés selon deux critères agrégés, les performances internes (perçues par les praticiens impliqués dans la conduite des plantations) et les performances externes (perçues par les personnes non directement impliquées dans la plantation).

Les critères basiques sont très variés et certains d'entre eux sont eux-mêmes fortement multicritères (par ex. fourniture de services écosystémiques, contribution au développement économique) et pourraient être à leur tour subdivisés en critères basiques. Néanmoins, l'imprécision des informations recueillies lors des entretiens sur ces critères n'a pas permis des subdivisions plus fines.

Un grand nombre de ces critères semblent difficiles à estimer. Certains semblent même difficiles à définir clairement (par ex. caractère valorisant du travail effectué, flexibilité de l'itinéraire). Les différentes personnes interrogées avaient probablement des visions différentes de la signification de certains critères (par ex. valeur patrimoniale de la parcelle), que nous n'avons pas pu préciser lors de entretiens. Pour tous ces critères, il n'existe généralement pas d'évaluation chiffrée, ni même de références connues.

Les critères de perception sociale sont, pour bonne part, liés à la perturbation induite par les interventions sylvicoles: impacts des interventions à large échelle sur les paysages ou plus localement sur la parcelle. L'aspect visuel après travaux (par ex. présence d'andains, présence de rémanents de coupe), l'utilisation de machines en forêt (notamment les "grosses" machines), l'accessibilité de la parcelle (en lien avec la pose de clôtures), l'artificialisation des milieux, sont autant d'indicateurs d'interventions peu intensives.

Tableau 4. Performances sociales: critères

Performances sociales			
Performances internes	Santé des opérateurs	Pénibilité du travail Sécurité	
	Facilité de mise en œuvre	Complexité des interventions Méthodes disponibles localement Flexibilité de l'itinéraire	
	Organisation des interventions	Durée totale des chantiers Nombre d'intervenants Suivi pluriannuel requis	
	Perception par les opérateurs	Acceptabilité de l'itinéraire Caractère valorisant du travail effectué	
	Valeur patrimoniale de la parcelle	Valeur patrimoniale de la parcelle	
Performances externes	Perception sociale	Valeur paysagère Aspect visuel de la parcelle après les travaux Artificialisation des milieux Utilisation de machines en forêt Accessibilité de la parcelle aux autres usagers	
		Contribution au développement économique	Contribution au développement économique
		Fourniture de services écosystémiques	Fourniture de services écosystémiques

4. Performances environnementales

Les performances environnementales regroupent 24 critères basiques (Tab 5) organisés selon six critères agrégés, sol, flore, faune, eau, bilan de carbone, et pression sur les ressources. Ces critères sont assez semblables aux critères figurant dans les modèles d'EMC en agroécologie. Des méthodes d'estimation existent pour certains d'entre eux, notamment les critères liés à la flore. Néanmoins, pour la plupart d'entre eux, les données disponibles sont rares.

Tableau 5. Performances environnementales: critères

Performances environnementales		
Sol	Fertilité physique	Tassement Mélange des horizons Erosion % de surface perturbée
	Fertilité chimique	Teneur en éléments minéraux Export latéral de MO
	Fertilité biologique	Diversité des microorganismes Diversité microfaune
	Pollution du sol	Résidus de pesticides et autres intrants Résidus de machines, et de matériel
Flore	Diversité	Diversité spécifique Diversité fonctionnelle
	Recouvrement végétal	Recouvrement végétal
	Composition	Espèces menacées Espèces invasives Maintien de la flore locale spontanée Accompagnement ligneux
Faune		Etat des populations animales (notamment ongulés)
Eau		Résidus de pesticides et autres intrants
		Etat des zones humides
Bilan de carbone		Carbone Organique du Sol
		Biomasse de carbone dans les plantes
Pression sur les ressources		Consommation en énergie
		Consommation en eau

4. Conclusion - Perspectives

Bien que les principes de la gestion durable soient admis par l'ensemble des acteurs, il semble important de les rendre concrets, pour accélérer leur application dans la gestion. La construction d'un modèle d'EMC selon une approche participative est un moyen de donner corps à ces principes, en amenant les acteurs à les énoncer et les amenant à examiner ceux formulés par l'ensemble des acteurs. Nous avons présenté ici la mise en œuvre d'une méthodologie pour identifier les critères qui sous-tendent ces principes, à travers l'étude du cas de la plantation forestière.

Cette étude est une première étape de l'élaboration d'un modèle d'EMC des itinéraires techniques de plantation, dont les étapes suivantes comportent la construction d'indicateurs représentant les critères retenus, et l'élaboration de règles d'intégration des critères. Dans son développement actuel, elle ne permet donc pas d'évaluer complètement les itinéraires techniques. Néanmoins, elle fournit un panorama exhaustif des attentes des acteurs et elle propose une structuration de l'ensemble des critères. Elle forme donc un point de départ pour raisonner les pratiques de plantation. Elle constitue une référence à la fois pour les échanges entre les différents acteurs, et pour l'amélioration des itinéraires techniques par les organismes de R&D et par les praticiens eux-mêmes.

1. Analyse de la liste hiérarchique de critères

Notre objectif était d'établir une liste de critères reflétant les performances des itinéraires de plantation qui soient à la fois exhaustifs, clairement énoncés, et non redondants.

L'exhaustivité des critères a été atteinte par la consultation d'une grande variété d'acteurs et, lors de l'élaboration de la liste de critères, par l'attention portée à la représentation de toutes les attentes.

En revanche, les objectifs d'énonciation claire et de non-redondance des critères n'ont pour l'instant pas été complètement atteints. Certains critères inclus dans la liste sont eux-mêmes multicritères (par ex. fourniture de services écosystémiques, valeur patrimoniale de la parcelle). Ils ont néanmoins été intégrés tels quels dans la liste car, lors des entretiens, il ne nous a pas été possible d'approfondir leur signification et d'identifier les différents sous-critères basiques qu'ils pouvaient représenter. L'utilisation de tels critères amène deux difficultés: (1) Ils sont, par définition, plus complexes et donc moins simples à énoncer que les critères basiques. Dans leur formulation actuelle, ils recouvrent des notions potentiellement assez différentes selon les acteurs. (2) Ils sont partiellement redondants avec d'autres critères inclus dans la liste (par ex. la fourniture de services écosystémiques, qui inclut certains critères environnementaux déjà listés par ailleurs). Un travail de décomposition de ces critères multiples est donc encore nécessaire pour parvenir à n'inclure que des critères basiques.

Par ailleurs, on peut noter qu'il existe une forte gradation dans notre niveau de connaissance des critères retenus, depuis des critères dont on a une mauvaise définition (par ex. caractère valorisant du travail effectué), en passant par des critères bien définis mais pour lesquels il n'y a pas encore d'indicateurs adéquats (par ex. carbone dans les plantes), jusqu'à des critères bien définis et pour lesquels des indicateurs standards existent et sont déjà utilisés dans la gestion courante (par ex. survie des plants). Une part importante des critères de performances sociales appartiennent à la première catégorie, les critères de performances environnementales et économiques se retrouvent majoritairement dans la deuxième catégorie, et les critères de performances techniques dans la troisième. Cette gradation du niveau de connaissance est un reflet de l'investissement de la R&D jusqu'à présent dans les différentes disciplines, sur le thème de la plantation. Nos faibles connaissances sur la grande majorité des critères sociaux constituent actuellement le premier point de blocage pour l'avancée de l'évaluation des itinéraires techniques.

2. Mise en œuvre d'une démarche participative

Nous avons identifié 53 critères qui permettent de caractériser la réussite, selon différents acteurs, d'une plantation forestière. Cette identification fournit un état des lieux des attentes des acteurs.

La grande variété des critères listés illustre parfaitement les objectifs multiples assignés aux plantations forestières. Ces objectifs multiples se retrouvent dans les entretiens au niveau individuel, chaque personne assignant systématiquement divers objectifs à la plantation. L'addition d'acteurs ayant des profils différents, a permis d'élargir notablement la liste. Par rapport à la liste établie par le groupe d'experts, les entretiens avec les praticiens ont principalement apporté des précisions sur les critères de performances sociales (internes et externes), ainsi que quelques critères de performances économiques et environnementales. Cette observation peut s'expliquer en premier lieu par une possible moins bonne perception générale des critères de performances sociales par les experts sollicités. Néanmoins, au-delà des limites dans nos connaissances, il est probable que les performances sociales soient perçues de manière plus variable selon les acteurs que les autres performances. Ainsi, pour ce type de performances, il est tout

particulièrement nécessaire de consulter un large panel d'acteurs. A l'inverse, la forte convergence des acteurs sur les critères plus techniques permet d'assurer une bonne définition de ces critères en se basant sur une consultation plus restreinte du panel d'acteurs.

Les études des performances multiples des itinéraires techniques en agroécologie ou bien dans le cadre de la gestion des ressources naturelles mettent en évidence des antagonismes entre critères, ainsi que des différences de point de vue entre acteurs. Ces deux aspects sont clairement ressortis de l'analyse des entretiens individuels: dans la gestion courante, les acteurs sont confrontés à la nécessité d'arbitrer entre les différents objectifs qu'ils souhaitent atteindre, et ils ont conscience que d'autres d'acteurs réalisent des arbitrages parfois différents. Les antagonismes entre critères, et les différences de point de vue entre acteurs n'apparaissent pas dans la liste de critères, et elles seront intégrées dans les étapes à venir de la construction du modèle d'EMC.

3. Perspectives

Les étapes à venir comportent la construction d'indicateurs représentant les critères et le recueil des préférences des acteurs, selon une démarche classique de construction d'un modèle d'EMC.

Pour certains critères identifiés, il existe des indicateurs adéquats et partagés par les différents acteurs (par ex. survie des plants, croissance des plants). Néanmoins, de nombreux critères de la liste ne possèdent pas, à l'heure actuelle, d'indicateurs qui conviennent. La construction d'indicateurs est un processus qui peut s'avérer long et complexe, qui nécessite des connaissances sur les processus dont on veut rendre compte, des données pour calibrer l'indicateur, et une convergence des différents acteurs lors de la sélection de l'indicateur. De plus, même pour les critères possédant des indicateurs, les bases de données sur les impacts des opérations sylvicoles sur ces indicateurs sont peu nombreuses. A court terme, il paraît donc difficile d'envisager la construction d'un modèle d'EMC complet permettant d'évaluer les itinéraires techniques de plantation. Dans l'intervalle, il est néanmoins possible d'évaluer les itinéraires sur la base des indicateurs disponibles, sans viser une évaluation exhaustive de l'ensemble des critères. Cette évaluation simplifiée constitue une première approche qui pourra s'enrichir progressivement au fur et à mesure de la disponibilité de nouveaux indicateurs.

Les préférences des acteurs sont des jugements subjectifs sur l'importance relative des différents critères. L'analyse des préférences ne requiert pas nécessairement d'indicateurs et peut être réalisée en se basant sur les critères. Dans un modèle d'EMC, la connaissance des préférences permet d'élaborer les règles d'agrégation des critères. Dans le cadre plus large du débat multi-acteurs, cette connaissance est nécessaire pour comprendre les logiques d'acteurs et améliorer les interactions entre acteurs. Pour poursuivre le travail effectué, nous nous orienterons en priorité vers l'analyse des préférences des acteurs.

5. Remerciements

Nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui ont accepté de participer à aux entretiens ainsi que le groupe d'experts, qui ont fourni tout le matériau nécessaire à l'étude. Ce travail a bénéficié du soutien de France-Bois-Forêt et du RMT AFORCE (projet PINNS), de l'ADEME (projet CAPSOL), et du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (convention E09/2017).

6. Bibliographie

Belton, V., Stewart, T.J., 2002. *Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach*. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Botreau R., Farruggia A., Martin B., Pomiès D., Dumont B. 2014. Towards an agroecological assessment of dairy systems: proposal for a set of criteria suited to mountain farming. *Animal* 8: 1349-1360

Craheix D., Angevin F., Bergez J.-E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Sadok W., Doré T. 2011. MASC 2.0, Un outil pour l'analyse de la contribution des systèmes de culture au développement durable. Présentation & principes d'utilisation. INRA – AgroParisTech – GIS GC HP2E, 49 p.

Damart S. 2009. La vérité sur les démarches multicritères participatives : une étude exploratoire sur les méthodologies d'aide multicritère à la décision dans le cadre de démarches participatives liées à des questions environnementales. Résumé. OPDE 2008, Jun 2008, Québec, France

De Fries R., Nagendra H. 2017. Ecosystem management as a wicked problem. *Science* 356, 265–270

Froger G., Oberti P. 2002. L'aide multicritère à la décision participative : une démarche originale de gouvernance en matière de développement durable. Eurocongrès « Développement local, développement régional, développement durable : quelles gouvernances ? », Toulouse, 25-26 octobre 2002

Lairez J., Feschet P., Aubin J., Bockstaller C., Bouvarel I. 2015. Agriculture et développement durable. Guide pour l'évaluation multicritère. Collection Sciences en partage. Coédition Quae-Educagri, 2016, 232 pages

Mendoza G.A., Prabhu R. 2005. Combining participatory modeling and multi-criteria analysis for community-based forest management. *For. Ecol. Manage.* 207, 145–156.

Nordström E. M, Eriksson L.O., Öhman K. 2010. Integrating multiple criteria decision analysis in participatory forest planning: Experience from a case study in northern Sweden. *Forest Policy and Economics* 12: 562–574

Rittel H.W.J., Webber M.M. 1973. Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences* 4(2), 155-169.

Saarikosi H., Mustajoki J., Marttunen M. 2013. Participatory multi-criteria assessment as 'opening up' vs. 'closing down' of policy discourses: A case of old-growth forest conflict in Finnish Upper Lapland. *Land Use Policy* 32: 329–336

Sadok W., Angevin F., Bergez J.E., Bockstaller C., Colomb B., Guichard L., Reau R., Doré T. 2008. Ex ante assessment of the sustainability of alternative cropping systems: implications for using multi-criteria decision-aid methods. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 28: 163–174

Wang S. 2002. Wicked problems and metaforestry: Is the era of management over? *The Forestry Chronicle* (78): 505-510.