



## LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DANS LES FORÊTS MÉLANGÉES ET PURES : PERCEPTION DES UTILISATEURS ET CONNAISSANCES SCIENTIFIQUES

MONIQUE CARNOL – KRIS VERHEYEN

*Les forêts fournissent un nombre important de services écosystémiques, liés aussi bien aux domaines économiques, écologiques que sociaux. Dans cet article nous présentons les résultats d'une enquête auprès des utilisateurs forestiers, mesurant leur perception des services fournis par des peuplements mélangés, comparés aux peuplements purs. Ces perceptions des utilisateurs forestiers sont comparées aux connaissances scientifiques actuelles.*

*« Les sociétés interprètent leur environnement en fonction de l'aménagement qu'elles en font, et, réciproquement, elles l'aménagent en fonction de l'interprétation qu'elles en font. »<sup>1</sup>*

**Le** secteur de la gestion forestière est actuellement confronté à une question majeure : comment adapter les plantations forestières au monde en mutation ? En particulier, l'adaptation au changement du climat<sup>5</sup> et à d'autres stress, parfois liés, comme les maladies, les pathogènes et les polluants, représente des préoccupations majeures.

Cette question est non seulement essentielle pour la santé et la productivité forestière, mais également dans le cadre de l'atténuation du changement climatique. En effet, la déforestation et la dégradation des forêts sont actuellement responsables de 20 % des émissions totales de carbone<sup>2</sup>. De plus, les forêts sont le puits de CO<sub>2</sub> le plus impor-

tant à l'échelle continentale, séquestrant 12 % (205 Tg C/an) des émissions fossiles de CO<sub>2</sub><sup>6</sup>. Le rôle des forêts dans ce domaine peut être influencé par le changement climatique ou la gestion forestière, de sorte que des forêts qui sont aujourd'hui un puits de carbone deviendraient une source nette de carbone. Ce phénomène augmenterait le réchauffement climatique et présente par conséquent un risque de rétroaction climatique majeur. Pour la gestion forestière future, il est ainsi essentiel de considérer non seulement les aspects de production, mais également l'ensemble des autres services fournis par les écosystèmes forestiers. À cet égard, l'*Évaluation des écosystèmes pour le millénaire*<sup>4</sup> fournit une approche structurée des services procurés par les écosystèmes (voir aussi l'article de Verheyen et Branquart, p. 6 dans ce numéro).

Historiquement, des actions de gestion forestière non basées sur des connaissances scientifiques ou basées sur des connaissances incomplètes des interactions sol-plantes ont mené à des conséquences indésirables<sup>9</sup>. Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, la gestion forestière européenne était caractérisée par la plantation, en peuplements purs, de résineux à croissance rapide. Cependant, les préoccupations récentes relatives à la santé des arbres et aux stratégies d'adaptation au changement climatique, ont mené à la conversion de certains de ces peuplements purs de résineux en peuplements feuillus, purs ou en mélange<sup>8</sup>. En plus de la nécessité de disposer de connaissances scientifiques sur le fonctionnement de ces peuplements mélangés, le succès des nouvelles stratégies de gestion dépendra de l'apport des acteurs concernés.

Nous avons donc tenté d'examiner la concordance entre les connaissances scientifi-

ques actuelles et la perception qu'ont les utilisateurs forestiers des services écosystémiques procurés par les peuplements mélangés, comparés aux peuplements purs. Spécifiquement, nous abordons, via une enquête auprès des utilisateurs forestiers, les questions suivantes :

1. Quelle est la perception des services écosystémiques dans des peuplements mélangés, comparés aux peuplements purs ?
2. Cette perception dépend-elle du groupe d'utilisateur ?
3. Cette perception est-elle cohérente avec les connaissances scientifiques actuelles ?
4. Dans quels domaines, et comment, la communication entre scientifiques et utilisateurs forestiers ou gestionnaires peut-elle être améliorée ?

Les services écosystémiques concernés par l'enquête sont ceux présentés dans la figure 1. Brièvement, il s'agit des services liés à l'appui (biodiversité, cycle des nutriments, résistance...), à l'approvisionnement (production/qualité, rentabilité...), à la régulation (climat, air, sol, eau...) et culturels (beauté, loisirs...).

---

L'ENQUÊTE :  
PEUPELEMENTS MÉLANGÉS  
ET FONCTIONNEMENT  
DE L'ÉCOSYSTÈME

---

La perception des services écosystémiques liés aux peuplements mélangés, comparés aux peuplements purs a été étudiée en Flandre et en Wallonie. Un questionnaire anonyme a été établi, en néerlandais et en français, sur internet et distribué aux utilisateurs par e-mail, via des personnes de contact représentant des associations

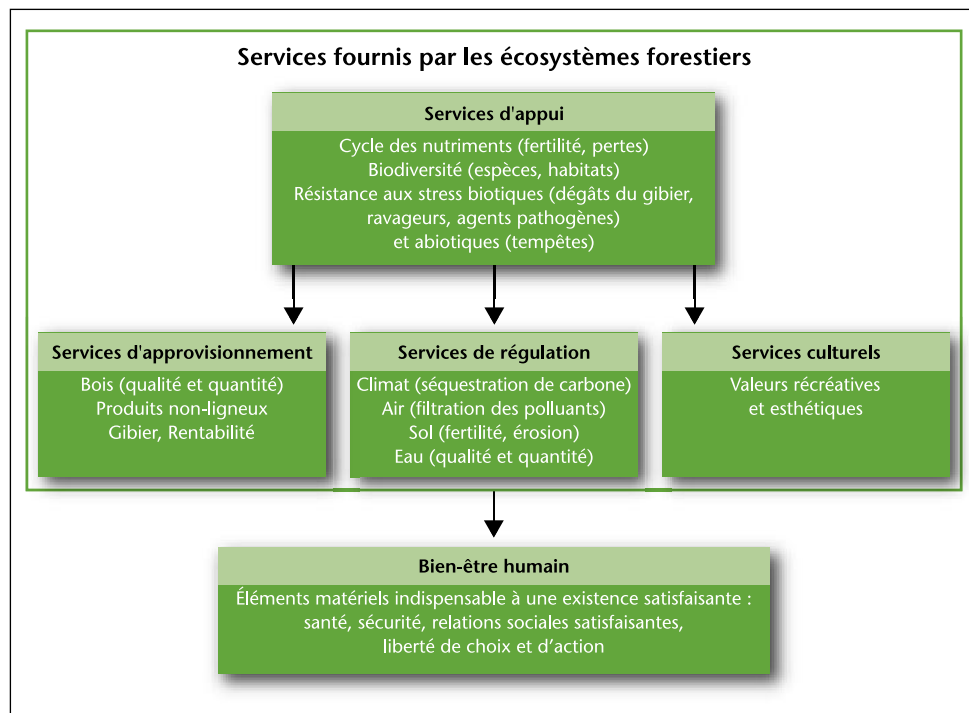
forestières et naturalistes, les gestionnaires forestiers (publics et privés), des utilisateurs et des scientifiques. Ces organisations étaient clairement notre public cible puisque leurs membres peuvent potentiellement influencer la gestion des forêts via leur profession, leur investissement dans la recherche ou leur lobbying environnemental.

Le questionnaire comprenait une lettre d'introduction, expliquant l'objectif de l'étude et les personnes de contact. Dans ce questionnaire, les peuplements d'une seule essence forestière (conifère ou feuillu) sont considérés comme des peuplements purs. Les peuplements mélan-

gés sont définis comme des peuplements composés de plusieurs espèces, avec plusieurs possibilités de distribution spatiale des essences (mélange par petits groupes ou par pieds, par exemple).

L'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire<sup>4</sup>, qui a pour objectif d'évaluer les conséquences des changements écosystémiques sur le bien-être humain, a été choisi comme cadre général de l'enquête (figure 1). Une première partie du questionnaire était consacré à l'association de concepts clés avec soit des peuplements mélangés, soit des peuplements purs. Ensuite, il était demandé aux participants d'exprimer leur degré d'accord avec des

Figure 1 – Services fournis par les écosystèmes forestiers adressés dans cette étude et leur relation avec le bien-être humain (modifié à partir de MEA<sup>4</sup>, SEPÄLÄ et al.<sup>7</sup>).



énoncés relatifs aux quatre familles de services écosystémiques, comparant des peuplements mélangés et purs. Les questions étaient administrées au hasard et leur lien avec les services écosystémiques n'a pas été révélé. Le sens des questions (service plus important dans les peuplements mélangés ou purs) était aussi changé aléatoirement. L'enquête est restée accessible durant un mois. Les réponses des participants qui n'ont pas fourni les données sociologiques ou qui ont omis des parties importantes du questionnaire ont été éliminées.

---

LA PERCEPTION DES SERVICES  
ÉCOSYSTÉMIQUES  
DANS LES PEUPELEMENTS MÉLANGÉS  
PAR RAPPORT AUX PURS

---

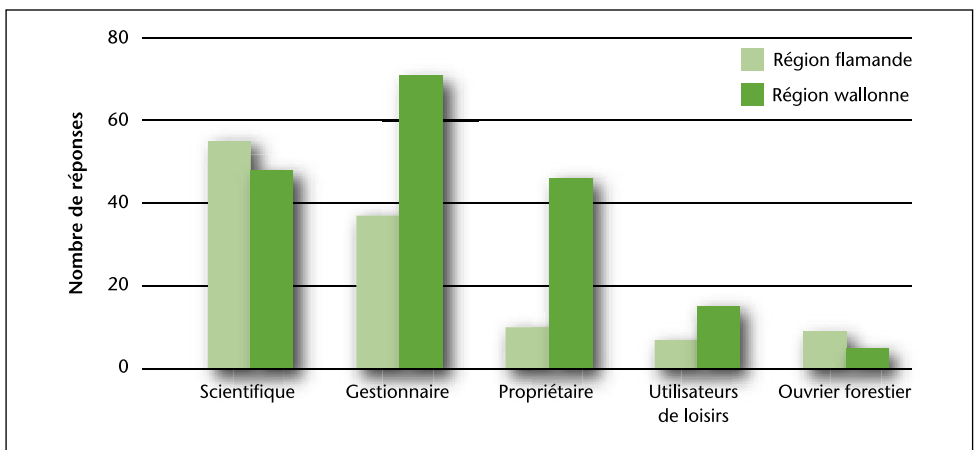
### Profil des participants

Dans le questionnaire initial, onze groupes d'utilisateurs ont été définis. Il y avait cependant un chevauchement entre

les groupes : de nombreux participants étaient, par exemple, à la fois gestionnaire et propriétaire. De plus, un trop grand nombre de groupes d'utilisateurs rend l'analyse des données impraticable. Les utilisateurs ont par conséquent été classés en : propriétaire, gestionnaire, scientifique, ouvrier forestier et utilisateurs de loisir. Les profils multiples ont été scindés : les scientifiques ont été classés en « scientifique », même s'ils appartenaient également à d'autres classes (nous avons supposé que l'accès à la littérature scientifique influencerait leur perception) ; les propriétaires qui étaient aussi des gestionnaires ont été classés en « gestionnaire » ; enfin, d'autres utilisateurs ont été classés dans les différents groupes selon leur réponse libre dans la sous-question « autre/préciser ».

Nous avons analysé un total de 303 réponses, 185 en Wallonie et 118 en Flandre (figure 2). Le nombre de scientifiques était similaire dans les deux régions,

Figure 2 – Nombre de réponses au questionnaire FORBIO, selon les groupes d'utilisateurs en Régions flamande (n = 118) et wallonne (n = 185).



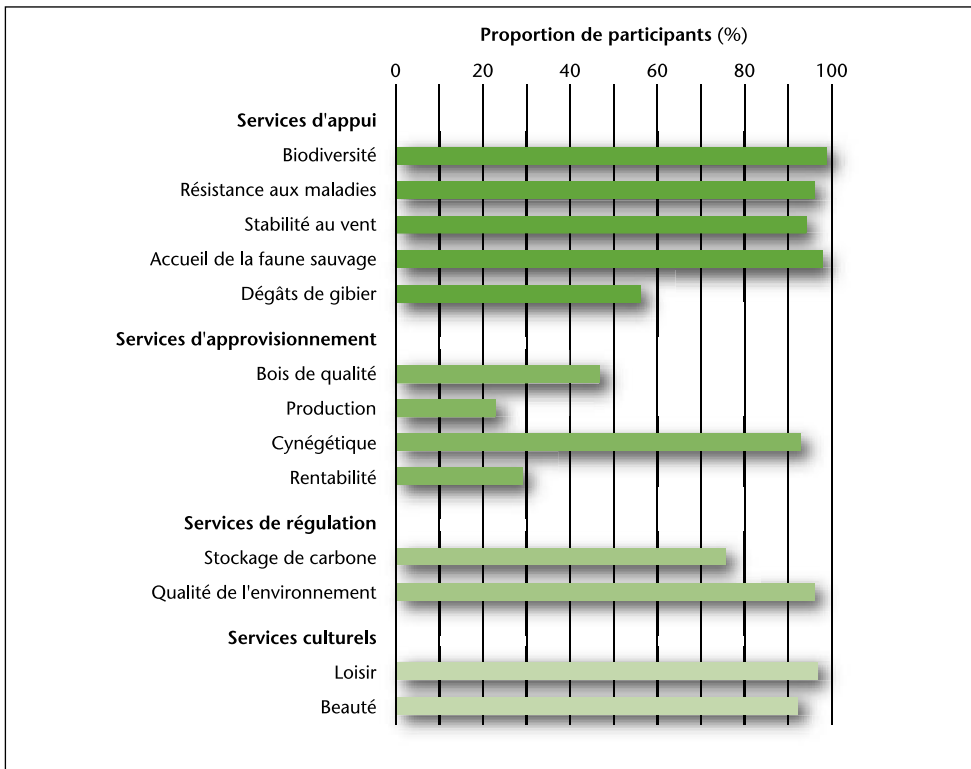


Figure 3 – Proportion de participants qui associent les concepts relatifs aux services écosystémiques avec des peuplements mélangés.

par contre un nombre plus important de gestionnaires, propriétaires et utilisateurs de loisir ont répondu en Wallonie. Il en résulte une différence significative dans la distribution des profils entre les régions. Le pourcentage de gestionnaires, propriétaires et d'utilisateurs de loisir était plus élevé et le pourcentage de scientifiques plus faible en Wallonie. Les scientifiques représentaient 47 % des répondants en Flandre, contre 26 % en Wallonie.

### Concepts associés aux peuplements mélangés

La plupart des services d'appui, de régulation et culturels sont associés par plus de

90 % des participants à des peuplements mélangés (figure 3). Ensuite, les dégâts dus au gibier et le stockage de carbone sont associés, respectivement, par 56 et 76 % des participants à des peuplements mélangés. Par contre, dans les services d'approvisionnement, seule la chasse est associée aux peuplements mélangés ; le bois de qualité (47 %), la production de bois (23 %) et la rentabilité (29 %) le sont par moins de 50 % des participants.

Nous n'avons observé que peu de différences régionales dans l'association des concepts avec des peuplements mélangés (tableau 1). Seules la production et

Catégorie de service	Région flamande	Région wallonne
<b>Approvisionnement</b>		
Bois de qualité	39	51
Production	12	30

Tableau 1 – Différences régionales dans la proportion (en %) des participants qui associent les services écosystémiques aux peuplements mélangés (seuls les services pour lesquels les différences sont significatives sont présentés). Les valeurs en italique sont significativement plus faibles que les autres.

Catégorie de service	Scientifique (n = 103)	Gestionnaire (n = 108)	Propriétaire (n = 56)	Utilisateur de loisirs (n = 22)	Ouvrier forestier (n = 14)
<b>Appui</b>					
Résistance aux maladies	100	97	88	95	93
Accueil de la faune sauvage	100	99	95	100	86
Dégâts de gibier	46	63	63	45	71
<b>Approvisionnement</b>					
Bois de qualité	59	43	36	36	43
<b>Régulation</b>					
Stockage de carbone	84	70	64	91	79
Qualité de l'environnement	99	97	89	100	86
<b>Culturel</b>					
Loisir	100	96	91	100	93
Beauté	98	95	79	91	86

Tableau 2 – Différences entre les groupes d'utilisateurs dans la proportion (en %) des participants qui associent les services écosystémiques aux peuplements mélangés (seuls les services pour lesquels les différences sont significatives sont présentés). Les valeurs en italique sont significativement plus faibles que les autres.

la qualité du bois ont été associées par moins de participants en Flandre avec des peuplements mélangés, comparé à la Wallonie. La comparaison des groupes d'utilisateurs (tableau 2) révèle que les concepts de résistance aux maladies, faune sauvage, qualité du bois, qualité environnementale, loisirs et beauté sont associés par une proportion plus faible de propriétaires et d'ouvriers forestiers que de scientifiques aux peuplements

mélangés. La proportion de gestionnaires qui associent la qualité du bois et le stockage de carbone aux peuplements mélangés est aussi plus faible que celle des scientifiques. Le chiffre n'est cependant inférieur à 50 % que pour la qualité du bois (gestionnaires et propriétaires), ce qui indique que ces utilisateurs pensent que ce service serait supérieur dans les peuplements purs. La différence entre les profils est particulièrement élevée pour

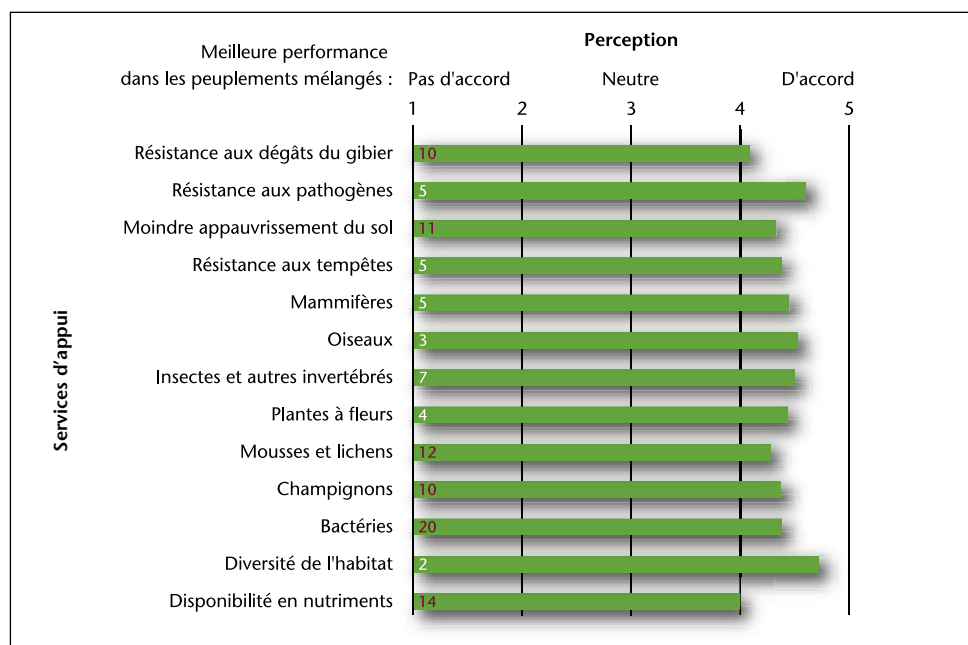
le stockage de carbone, associé par 79 à 91 % de scientifiques, d'utilisateurs de loisir et d'ouvriers forestiers aux peuplements mélangés, contre seulement 70 et 64 % de gestionnaires et de propriétaires, respectivement.

### Perception des services écosystémiques en peuplements mélangés, comparés aux peuplements purs

Globalement, les services d'appui sont perçus comme supérieurs dans les peuplements mélangés par rapport aux peuplements purs (figure 4). Notons cependant que pour certaines affirmations, liées à la biodiversité et à la qualité du sol, plus de 10 % des participants jugent qu'ils ne

connaissent pas la réponse. La perception des services écosystémiques liés à l'approvisionnement est généralement neutre (figure 5), à l'exception des sujets relatif à la cynégétique et aux produits non-ligneux, services perçus comme plus élevés dans les peuplements mélangés. Les participants estiment encore globalement que les services de régulation sont plus élevés dans les peuplements mélangés (figure 6). Néanmoins, nous notons une proportion élevée de participants (22 à 28 %) qui ne connaissent pas la réponse à ces sujets ; en particulier en ce qui concerne la régulation de la qualité de l'air et de l'eau, ainsi que le stockage de carbone. Les services culturels (beauté, opportunités récréation-

Figure 4 – Perception des participants relative aux services écosystémiques d'appui dans les peuplements mélangés. Accord moyen des participants (score moyen sur une échelle de Likert de 1 à 5 ; n = 303). Les nombres sur l'échelle verticale indiquent la proportion (en %) des répondants qui ont marqué la case « ne sais pas/pas d'opinion » ; les nombres plus élevés que 10 sont indiqués en rouge.



nelles et éducationnelles) sont également perçus comme plus élevés dans des peuplements mélangés.

L'analyse des différences régionales indique que les scores étaient significativement plus élevés en Flandre qu'en

Wallonie en ce qui concerne plusieurs sujets liés à la biodiversité, la rentabilité et aux loisirs, et plus faible pour deux services de régulation. Tous ces scores moyens sont cependant plus élevés que la valeur 3, ce qui indique que les participants des deux régions considèrent ces

Figure 5 – Perception des participants relative aux services écosystémiques d’approvisionnement dans les peuplements mélangés. Accord moyen des participants (score moyen sur une échelle de Likert de 1 à 5 ; n = 303). Les nombres sur l’échelle verticale indiquent la proportion (en %) des répondants qui ont marqué la case « ne sais pas/pas d’opinion » ; les nombres plus élevés que 10 sont indiqués en rouge).

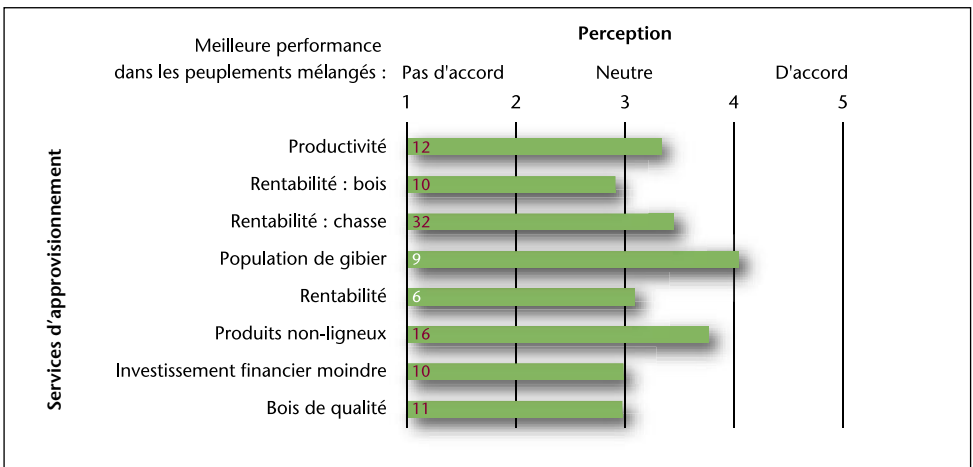
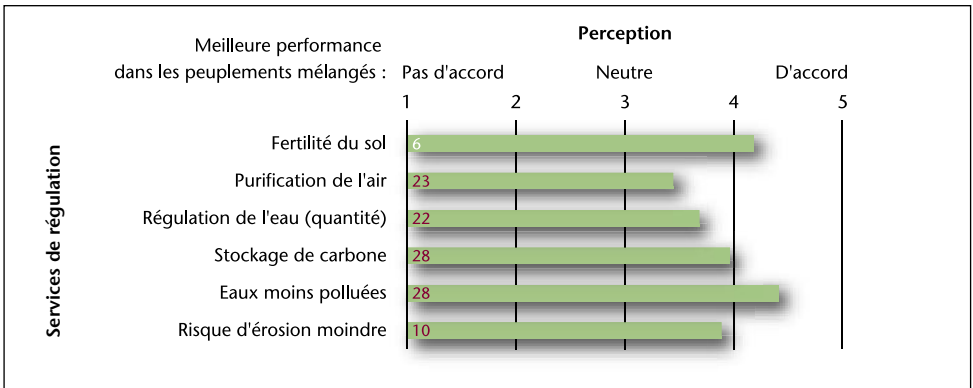


Figure 6 – Perception des participants relative aux services écosystémiques de régulation dans les peuplements mélangés. Accord moyen des participants (score moyen sur une échelle de Likert de 1 à 5 ; n = 303). Les nombres sur l’échelle verticale indiquent la proportion (en %) des répondants qui ont marqué la case « ne sais pas/pas d’opinion » ; les nombres plus élevés que 10 sont indiqués en rouge).





Catégorie de service	Scientifique (n = 103)	Gestionnaire (n = 108)	Propriétaire (n = 56)	Utilisateur de loisirs (n = 22)	Ouvrier forestier (n = 14)
<b>Approvisionnement</b>					
Produits non-ligneux	3,9	3,5	3,8	4,3	3,8
Rentabilité	3,4	3,1	2,8	2,9	2,9
Rentabilité : bois	3,2	2,9	2,6	2,7	2,8
Productivité	3,7	3,4	2,9	3,2	2,9

Tableau 3 – Différences entre les groupes d'utilisateurs dans la perception des services écosystémiques d'approvisionnement en peuplements mélangés. Accord moyen des répondants que ce service serait plus élevé dans un peuplement mélangé (score moyen sur une échelle de Likert de 1 à 5 ; n = 303). Les valeurs en italique sont significativement plus faibles que les autres.

services comme plus élevés en peuplements mélangés.

Par contre, une différence significative des scores entre groupes d'utilisateurs a été détectée pour de nombreux sujets, indiquant un degré d'accord (que le service soit plus élevé en peuplement mélangé) plus faible des propriétaires, comparés aux scientifiques. En particulier, les scores moyens des services d'approvisionnement sont supérieurs à 3 pour les scientifiques (service plus élevé dans les peuplements mélangés) et inférieurs à 3 pour les propriétaires (service plus faible dans des peuplements mélangés) (tableau 3).

### PERCEPTION DES UTILISATEURS COMPARÉE À LA LITTÉRATURE SCIENTIFIQUE

Notre enquête le montre : les utilisateurs considèrent généralement que les services liés à la biodiversité et à la résistance sont plus élevés dans des peuplements mélangés, comparés aux monocultures. Ceci est globalement soutenu par la littérature scientifique. La revue de littérature

réalisée dans le cadre du projet FORBIO souligne cependant que l'impact de la diversité en soi, par rapport à l'impact particulier d'une essence, doit être considéré et qu'une simple règle d'assemblage ne peut être définie.

Les services d'approvisionnement sont généralement perçus comme plus faibles dans les peuplements mélangés. Ceci n'est pas tout à fait en accord avec la littérature scientifique, dans laquelle on reporte une productivité plus faible, égale ou plus élevée dans des peuplements mélangés comparés aux peuplements purs (voir à ce sujet l'article de Muys et Aubinet, p. 27 dans ce numéro). Ces apparentes contradictions dans les résultats scientifiques peuvent être expliquées par de nombreux facteurs confondants qui diffèrent entre les études et les sites investigués. L'attribution d'un effet sur la productivité d'un seul facteur est par conséquent très difficile. Pour les services d'approvisionnement, la diversité en soi semble également moins importante que l'identité des essences présentes dans le mélange. La rentabilité est clairement perçue comme inférieure dans les peuplements mélangés, comparées à celle des

Catégorie de service	Perception des participants	Littérature scientifique	Concordance
<b>Appui</b>			
Biodiversité	+	+ (?)	oui
Résistance aux tempêtes	+	+/=	oui
Résistance aux insectes et aux pathogènes	+	+	oui
<b>Approvisionnement</b>			
Bois de qualité	-/=	?	
Productivité	-/=	+/-/?	
Rentabilité	-	+	non
<b>Régulation</b>			
Stockage de carbone	+	=/?	non

Tableau 4 – Comparaison de la perception, pour des peuplements mélangés comparés aux monocultures, de quelques services écosystémiques avec la littérature scientifique. « + » : service perçu plus élevé dans des peuplements mélangés ; « - » : service perçu plus faible dans des peuplements mélangés ; « ? » données inconnues.

peuplements purs. Une étude de KNOKE *et al.*<sup>3</sup> indique cependant que les peuplements mélangés peuvent présenter un avantage financier si le problème est analysé du point de vue d'un décideur avec une aversion au risque.

Les participants à l'enquête pensent nettement que le stockage de carbone serait plus élevé dans des peuplements mélangés. Ceci contraste avec la littérature scientifique, dans laquelle les données sont principalement manquantes.

## CONCLUSIONS

Dans notre enquête, les services d'appui, de régulation, culturels et un service d'approvisionnement (cynégétique) sont perçus comme plus élevés dans les peuplements mélangés, comparés aux monocultures, tandis que les services d'approvisionnement sont perçus comme égaux

ou plus faibles. La proportion élevée de participants qui jugent ne pas connaître la réponse pour des services de régulation et pour la biodiversité associée, indique que la communication dans ces domaines pourrait être améliorée.

Les propriétaires sont généralement plus sceptiques que les scientifiques. En particulier, les propriétaires ne sont pas convaincus que les peuplements mélangés pourraient présenter des avantages financiers. Les quelques résultats disponibles indiquent que la rentabilité des peuplements mélangés pourrait être plus élevée à long terme. Cependant, davantage de résultats, basés sur des situations réelles, seraient nécessaires afin d'apporter une réponse plus tranchée sur la profitabilité des peuplements mélangés par rapport aux peuplements purs.

La comparaison avec la littérature scientifique souligne encore que l'information

spécifique sur les services écosystémiques dans les peuplements mélangés, comparés aux peuplements purs, fait défaut ; en particulier des études dans lesquelles les facteurs confondants sont éliminés ou pris en compte. ■

---

## BIBLIOGRAPHIE

---

- <sup>1</sup> BERQUE A., CONAN M., DONADIEU P., LASSUS B., ROGER A. [1994]. *Cinq propositions pour une théorie du paysage*. Champ Vallon, Paris.
- <sup>2</sup> IPCC [2007]. *Summary for policymakers. Climate change 2007 : Impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). PARRY M.L., CANZIANI O.F., PALUTIKOF J.P., VAN DER LINDEN P.J., HANSON C.E. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. p. 7-22.
- <sup>3</sup> KNOKE T., STIMM B., AMMER C., MOOG M. [2005]. Mixed forests reconsidered : a forest economics contribution to the discussion on natural diversity. *Forest Ecology and Management* **213** : 102-116.
- <sup>4</sup> MEA [2005]. *Ecosystems and Human Well-being : Current State and Trends*. Island Press, Washington, DC.
- <sup>5</sup> PARKS C.G., BERNIER P. [2010]. Adaptation of forests and forest management to changing climate with emphasis on forest health : a review of science, policies and practices. *Forest Ecology and Management* **259**(4) : 657-659.
- <sup>6</sup> SCHULZE E.-D., CASH J., FREIBAUER A., LUYSAERT S., CIAIS P. (Eds.) [2009]. *Carbo-Europe-IP. An Assessment of the European Terrestrial Carbon Balance*. Jena.
- <sup>7</sup> SEPPÄLÄ R., BUCK A., KATILA P. (eds) [2009]. *Adaptation of Forests and People to Climate Change - A Global Assessment Report*. IUFRO World Series Volume 22.

- <sup>8</sup> SPIECKER H., HANSEN J., KLIMO E., SKOVSGAARD J.P., STERBA H., TEUFFEL K. V. (eds.) [2004]. *Norway spruce Conversion - Options and Consequences*. EFI Research Report 18, Leiden, Boston, 269 p.
- <sup>9</sup> VAN MIEGROET H., JOHNSON D. [2009]. Feedbacks and synergism among biogeochemistry, basic ecology, and forest soil science. *Forest Ecology and Management* **258**(10) : 2214-2223.

*Nous témoignons notre gratitude envers André Heughebaert pour l'implémentation de l'enquête sur internet, ainsi qu'à Pascal Detroz et à Marc Mormont pour leurs commentaires sur la première version du questionnaire.*

MONIQUE CARNOL

M.Carnol@ulg.ac.be

Écologie végétale et microbienne,  
Université de Liège

Boulevard du Rectorat, 27 - Bât. B22  
B-4000 Liège

KRIS VERHEYEN

kris.verheyen@ugent.be

Vakgroep Bos- en waterbeheer,  
Universiteit Gent

Coupure Links, 653  
B-9000 Gent