

VERS UNE GESTION PLUS RAISONNÉE DE LA FERTILITÉ MINÉRALE DANS LES ÉCOSYSTÈMES FORESTIERS ?

Une illustration dans le contexte d'une utilisation du bois à des fins énergétiques

FRÉDÉRIC ANDRÉ

QUENTIN PONETTE

Unité des Eaux et Forêt, Université Catholique de Louvain

Une des préoccupations liées à l'utilisation des rémanents forestiers dans le cadre du bois-énergie concerne l'exportation des éléments minéraux et, in fine, la diminution du statut nutritionnel des sols forestiers. En effet, il est connu que les fines branches sont relativement plus riches en éléments minéraux. Mais leur exportation impliquerait-elle nécessairement des risques de modifications des qualités nutritionnelles des sols ? Voici quelques éléments de réflexion...

Organismes longévifs, les arbres ont développé un système efficace de recyclage des éléments minéraux : si une fraction d'entre eux est prélevée et stockée au niveau des tissus péren-



nes, une partie plus ou moins importante peut être restituée au sol sous forme solide ou soluble. La litière constitue, par exemple, une restitution solide d'éléments minéraux stockés de manière transitoire dans la matière organique. Une fois minéralisés, ces éléments sont à nouveau prélevables et immobilisables par l'arbre de manière définitive ou temporaire.

Mais ce cycle n'est pas complètement fermé et peut accueillir des apports externes, atmosphériques par exemple, ou au contraire, subir des pertes par drainage profond. Il est également dépendant des exportations réalisées par l'homme lors de l'exploitation du bois.

Ces exportations d'origine anthropique peuvent donner lieu à un stockage plus ou moins transitoire. Soit le bois est utilisé dans l'ameublement, par exemple, et les éléments minéraux lui restent associés. Soit il est dégradé sous forme de CO₂ lors de la combustion ; dans ce cas, les éléments minéraux sont volatilisés ou réduits en cendres.

LES ÉLÉMENTS MINÉRAUX STOCKÉS DANS L'ARBRE

Généralement, seuls les troncs sont exportés. Pour juger de ce qu'impliquerait l'exportation des houppiers, une étude très détaillée a été effectuée

dans un taillis-sous-futaie (chêne, charme) en considérant les concentrations en éléments minéraux au sein des différentes classes de taille de branche et les biomasses correspondantes. Ces classes, appelées compartiments, s'étendent de diamètre jusqu'àux branches de plus de 21 cm.

Cette étude a permis de répondre, entre autres, à trois questions :

- ◆ Quelles sont les concentrations en éléments minéraux des différents compartiments ?
- ◆ Quelles sont les quantités de minéraux présents dans un écosystème donné pour chacun de ces compartiments ?
- ◆ Comment une exportation accrue des rémanents affecte-t-elle les exportations minérales ?

Les concentrations

Pour la majorité des éléments, la concentration en éléments augmente sensiblement des branches vivantes les plus grosses vers les plus fines (graphiques 1 et 2). Le calcium fait exception à cette règle : chez le chêne en effet, cet élément est fortement concentré dans l'écorce, dont la proportion pondérale tend à diminuer dans les compartiments de taille plus réduite.

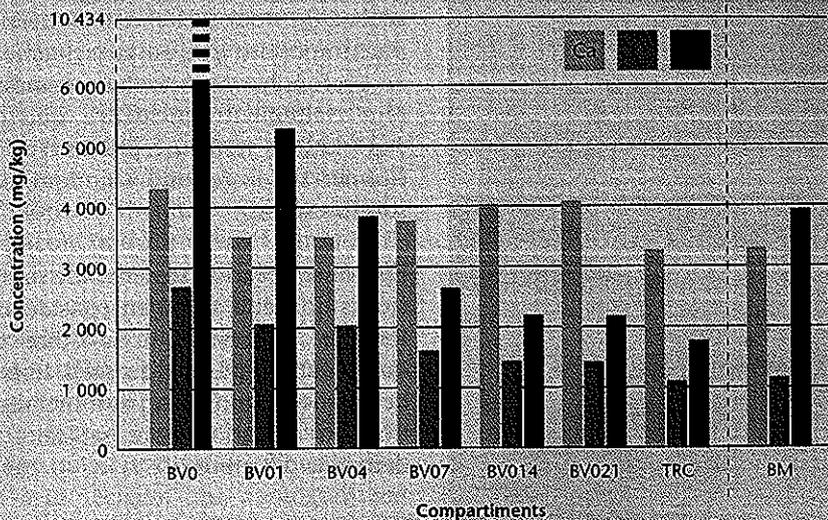
Valeurs absolues

Pour évaluer la quantité d'éléments exportés par chaque portion de l'arbre (tronc, branches de diamètres différents, etc.), il ne suffit pas de connaître les concentrations mais également les quantités de matières que représentent ces portions. Le graphique 3 présente, pour l'écosystème étudié, les quantités totales d'éléments minéraux stockées dans les différents compartiments.

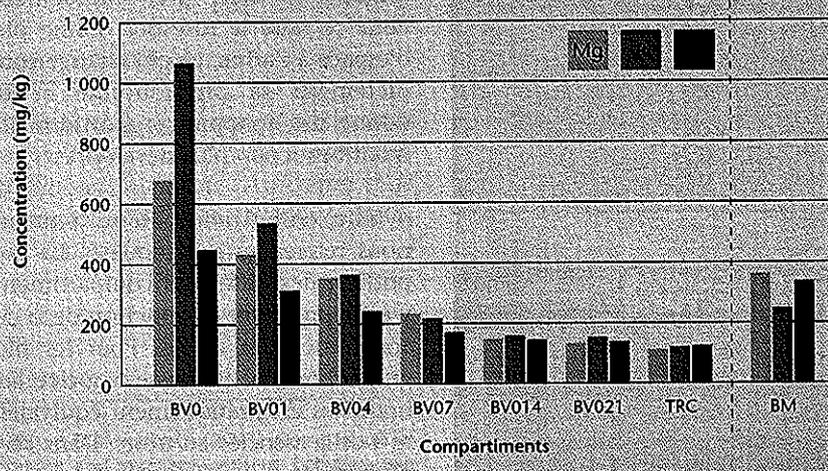
Valeurs relatives

Ces données peuvent être abordées sous un autre angle et présenter la majoration (exprimée en pour cent par rapport au tronc) d'exportation engendrée par l'exploitation d'une fraction plus ou moins importante du houppier plutôt que classique (juste le tronc). Ce sont les valeurs que propo-

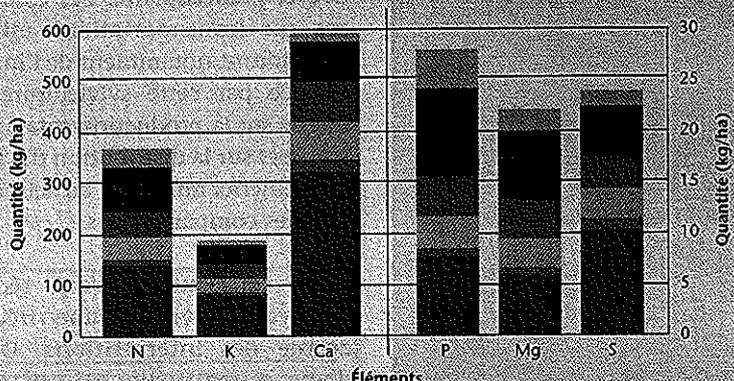
GRAPHIQUE 1 & 2 – CONCENTRATION EN ÉLÉMENTS MINÉRAUX AU SEIN DES DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS (CHÊNES)



| Compagniments | |
|---------------|---|
| BV0 | branches vivantes de moins d'1 cm de diamètre |
| BV01 | 1 à 4 cm |
| BV04 | 4 à 7 cm |
| BV07 | 7 à 14 cm |
| BV14 | 14 à 21 cm |
| BV21 | plus de 21 cm |
| TRC | tronc |
| BM | branches mortes |



GRAPHIQUE 3 – QUANTITÉ D'ÉLÉMENTS MINÉRAUX AU SEIN DES DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS (CHÊNES)



| Compagniments de branches (diamètre) | | |
|--------------------------------------|---------------|-------|
| moins de 1 cm | 7 à 14 cm | tronc |
| 1 à 4 cm | 14 à 21 cm | |
| 4 à 7 cm | plus de 21 cm | |

se le graphique 4, en se limitant seulement aux chênes.

Dans notre exemple, l'ensemble de la biomasse associée aux branches est relativement importante. Elle représente 75 % de la matière sèche du tronc. Si tous les éléments étaient présents de la même façon dans tous les compartiments, on devrait s'attendre à avoir une augmentation de l'exportation des éléments comparable à celle de la biomasse, à savoir 75 %.

C'est effectivement le cas pour le calcium puisque la concentration de cet élément varie relativement peu en fonction de la dimension des branches. Par contre, pour le phosphore et le magnésium, la majoration des exportations due à l'exploitation totale des houppiers se situe au delà de 250 %.

LES ÉLÉMENTS MINÉRAUX DU SOL

En première approche, l'incidence des exportations d'éléments minéraux peut être évaluée en les comparant aux ressources potentiellement disponibles.

Ainsi, le tableau 1 compare les quantités d'éléments stockés dans la biomasse aérienne des peuplements (chênes et charmes) à celles qui sont présentes dans les sols (0-40 cm) pour trois éléments : le potassium (K), le magnésium (Mg) et le calcium (Ca). Très variables d'un élément à l'autre, les quantités immobilisées dans les arbres sont minimales pour le magnésium (34 kg/ha) et maximales pour le calcium (690 kg/ha).

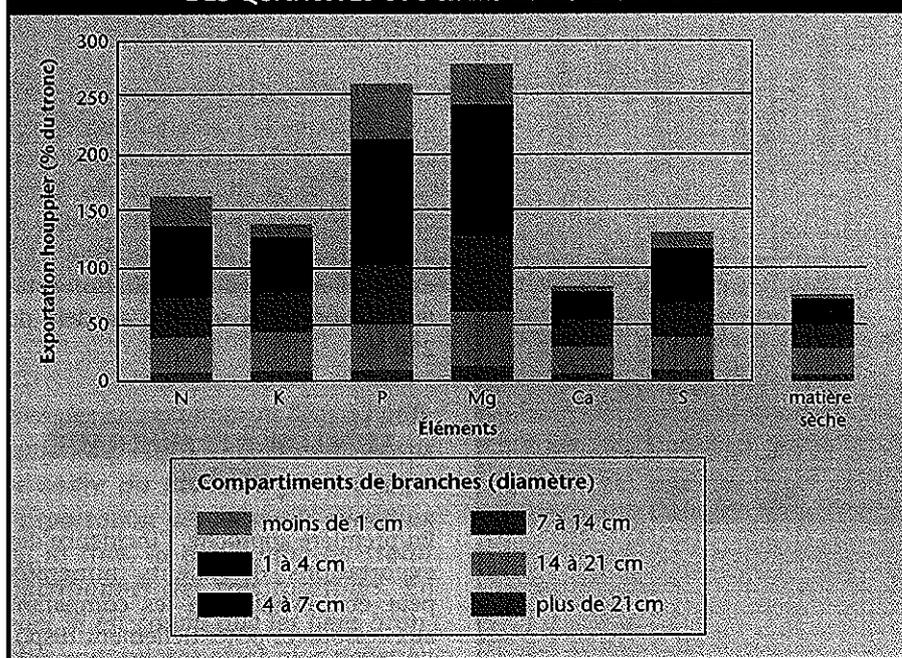
Les réserves du sol ont été mesurées sur les quarante premiers centimètres en différenciant deux types de quantités : la quantité totale, c'est-à-dire le stock total d'éléments présent dans le sol, et la quantité d'éléments échangeables, c'est-à-dire une fraction des éléments totaux plus facilement mobilisable.

Pour le potassium et le magnésium, les stocks totaux présents dans le sol sont plusieurs centaines de fois supérieurs à ceux de la biomasse aérienne. Par contre, pour le calcium, le stock associé à la biomasse aérienne est

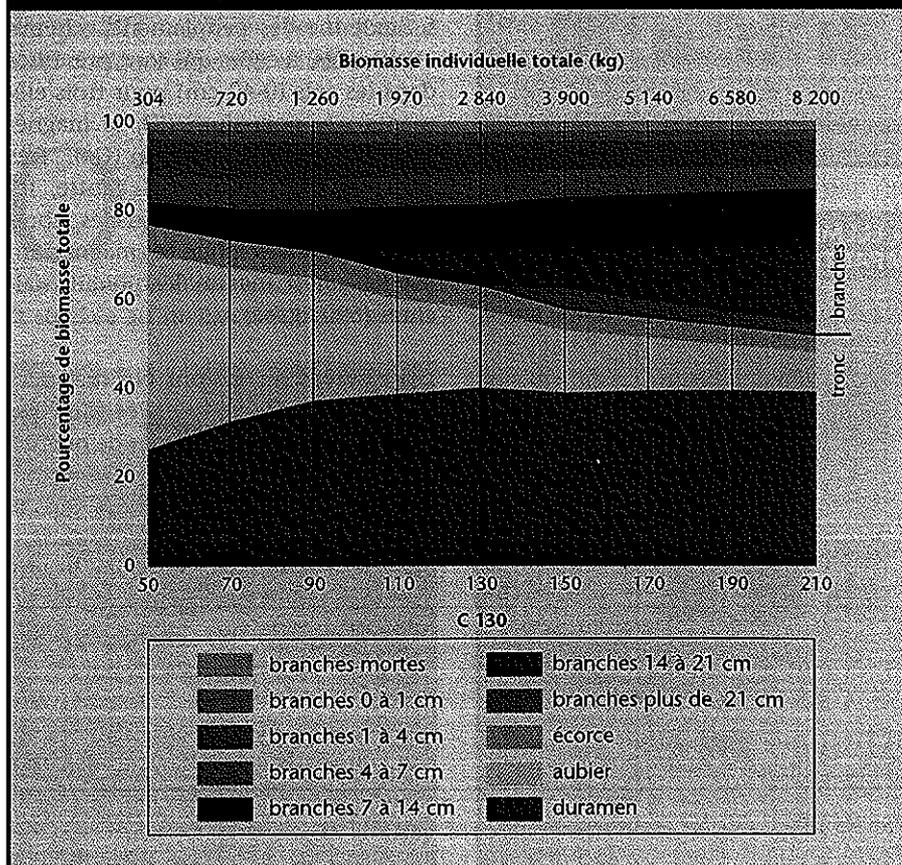
TABEAU 1 – QUANTITÉS D'ÉLÉMENTS STOCKÉS DANS LA BIOMASSE AÉRIENNE ET DANS LE SOL DES PEUPELEMENTS DE CHÊNE ET CHARME

| | Biomasse sur pied (kg/ha) | Sol (0-40 cm) (kg/ha) | |
|----|---------------------------|-----------------------|---------------------|
| | | stocks totaux | stocks échangeables |
| C | 228 | 27 761 | 297 |
| N | 34 | 19 026 | 114 |
| Ca | 690 | 499 | 255 |

GRAPHIQUE 4 – IMMOBILISATION DES ÉLÉMENTS MINÉRAUX AU SEIN DES HOUPPIERS, EXPRIMÉE EN POURCENTAGE DES QUANTITÉS STOCKÉES DANS LES TRONCS



GRAPHIQUE 5 – PROPORTION DES DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS EN FONCTION DE LA CIRCONFÉRENCE DES CHÊNES



supérieur tant au niveau des teneurs totales que des teneurs échangeables. Même si les arbres ont probablement accès à un stock d'éléments minéraux plus important par un enracinement en profondeur, ces résultats démontrent clairement l'incidence que les exportations sont susceptibles d'occasionner sur la fertilité chimique des sols forestiers.

En réalité, le raisonnement basé sur les stocks doit être affiné en considérant les flux d'éléments, c'est-à-dire en quantifiant l'aptitude du sol à libérer des éléments minéraux par minéralisation ou altération pour satisfaire la demande des arbres.

Outre les modalités de récolte, le mode de production peut également entrer en ligne de compte : la tendance, à l'heure actuelle, est de réduire la durée des cycles de production, c'est-à-dire de produire des arbres de même dimension mais plus rapidement. Pour ce faire le forestier donne plus d'espace à l'arbre, ce qui change complètement sa physiologie et lui donne un houppier proportionnellement beaucoup plus développé.

À titre d'illustration, nous pouvons nous référer au graphique 5. La proportion des différents compartiments y est représentée en fonction de la circonférence des arbres. Pour les plus gros arbres, la biomasse associée aux branches est pratiquement équivalente à celle associée au tronc. Dans l'hypothèse d'une exploitation plus complète de l'arbre, l'exportation en biomasse des portions autres que le tronc sera ainsi d'autant plus significative et préoccupante. Les conséquences sur les exportations minérales dépendront notamment de l'influence exercée par cette sylviculture dynamique sur la production totale de biomasse et sur la distribution des teneurs en éléments minéraux au sein de chacun des compartiments.

Autre conséquence d'une réduction du cycle sylvicole, une fréquence accrue des interventions. Or, lors d'une coupe finale, on sait que les conditions du milieu changent fortement. Il y a donc un risque potentiel d'assister à une minéralisation du carbone stocké transitoirement dans la couche de surface et un drainage des éléments sous la zone racinaire.

CONCLUSIONS

Le sol constitue une composante essentielle de l'écosystème forestier, qu'il est primordial de préserver pour que la forêt puisse continuer à satisfaire les différentes demandes de la société dans le long terme. Les quelques exemples précédents ont démontré l'incidence que la gestion sylvicole pouvait exercer sur la fertilité chimique des sols, en se focalisant plus particulièrement sur l'immobilisation des éléments au sein des peuplements et leur exportation lors des coupes. Dans ce contexte, il nous paraît essentiel que les praticiens puissent disposer d'outils d'aide à la décision qui, analogues aux tarifs de cubage utilisés pour les volumes, leur permettent d'estimer les exportations minérales et de les comparer aux sources d'éléments en présence. ■

Remerciement

Ces recherches s'appuient en partie sur le soutien financier de l'Union Européenne, du Ministère wallon de l'Agriculture et de la Ruralité, et de la Division de la Nature et des Forêts.

Référence

ANDRÉ F., PONETTE Q. [2003]. Comparison of biomass and nutrient content between oak (*Quercus petraea*) and hornbeam (*Carpinus betulus*) trees in a coppice-with-standards stand in Chimay (Belgium). *Annals of Forest Science*, 60 : 489-502.

FRÉDÉRIC ANDRÉ
QUENTIN PONETTE
Unité des Eaux et Forêts
Université Catholique de Louvain
Croix du Sud, 2 bte 9
B-1348 Louvain-la-Neuve
andre@efor.ucl.ac.be
ponette@efor.ucl.ac.be

CATÉGORIES DE GROSSEUR DE BRANCHES PRISES EN COMPTE LORS DES PESEES

