

IMPACT BIOLOGIQUE DE PEUPELEMENTS NATURELS ET ARTIFICIELS DE PEUPLIERS SUR LE MILIEU : UNE APPROCHE BIBLIOGRAPHIQUE.

I - Les cycles d'éléments minéraux

Alain VALADON et François DIOT

Etude réalisée avec le concours financier du Ministère de l'Agriculture - Direction de l'Espace Rural
et de la Forêt

Octobre 1996

Groupement de NOGENT-SUR-VERNISSON

**Domaine des Barres
F45290 Nogent-sur-Vernisson
Tél. 02 38 95 03 30 - Fax 02 38 95 03 59**

SOMMAIRE

INTRODUCTION	2
I- CYCLES D'ELEMENTS MINERAUX EN PEUPLEMENTS NATURELS	4
I- 1 L'azote	5
I- 2 Le phosphore	10
I- 3 Le potassium	12
I- 4 Le calcium	15
I- 5 Le magnésium	19
I- 6 La matière organique	22
I- 7 Influence des modes de récolte	23
I- 8 Conclusion	25
II - CYCLES D'ELEMENTS MINÉRAUX EN PLANTATIONS À LARGE ESPACEMENT	28
II- 1 L'azote	29
II- 2 Le phosphore	34
II- 3 Le potassium	37
II- 4 Le calcium	40
II- 5 Le magnésium	43
II- 6 Peupliers et autres phytocénoses	46
II- 7 Influence des modes de récolte	50
II- 8 Conclusion	51
III - CYCLES D'ELEMENTS MINERAUX EN PLANTATIONS À FORTE DENSITE	54
III - 1 L'azote	54
III - 2 Le phosphore	62
III - 3 Le potassium	66
III - 4 Le calcium	70
III - 5 Le magnésium	74
III - 6 Sylviculture et modes de récolte	78
III - 7 Conclusion	83
CONCLUSIONS	84
BIBLIOGRAPHIE	87

INTRODUCTION

Le genre *Populus* appartient, comme le genre *Salix*, à la famille des **Salicacées**, ordre des Salicales, groupe des *Amentiflorae*. Il est **présent à l'état** sporadique dans toutes les **forêts des régions tempérées** de l'hémisphère Nord (**Amérique du Nord, Europe, Afrique du Nord et Asie**).

Ce genre comprend au moins trente **espèces** réparties en cinq sections botaniques : *Leuce* (DUBY), *Aigeiros* (DUBY), *Tacamahaca* (SPACH), *Leucoides* (SPACH) et *Turanga* (BUNGE). Seules les trois premières sont largement **représentées**, en peuplements naturels purs ou **mélangés** à d'autres **espèces**, mais aussi en plantations **d'espèces pures** ou d'hybrides intraspecificques et interspecificques.

La facilité de multiplication des peupliers, leur **rapidité** de croissance et leur forte productivité, ainsi que les nombreux usages du **matériau bois peuplier**, en ont fait une essence **particulièrement intéressante** et souvent **cultivée** en plantations d'alignements et en plein. Alors que l'exploitation des peuplements naturels de peupliers, purs ou **mélangés**, met en oeuvre en Amérique du nord et en Scandinavie des techniques sylvicoles classiquement **utilisées** en zone tempérée pour de nombreuses autres espèces, les sylvicultures de peupliers en plantations possèdent des **caractéristiques originales**. En effet, l'application de **méthodes** qui ont assuré le développement de l'agriculture, **amélioration génétique** et emploi de **variétés clonales**, mécanisation des travaux, utilisation fréquente d'intrants (fertilisants, phytocides, . . . , irrigation, . . .) a conduit à la création de **véritables cultures d'arbres** : la (les) **populiculture(s)**. Qu'il s'agisse de plantations à forte densité **généralement destinées** à la production de biomasse ligneuse, ou de plantations à large espacement en vue de la production de bois d'oeuvre de **qualité**, la populiculture constitue un, ou **plutôt des modèles**, souvent **considérés** comme des **modèles sylvicoles extrêmes** d'intensification et d'artificialisation.

Les boisements en peupliers, essentiellement constitués de plantations à large espacement - les peuplements de type taillis à courte rotation ne couvrent que quelques centaines d'hectares - occupent actuellement 0.44 % du territoire français et 1.51 % de la superficie boisée, soit environ 230 000 hectares. **Malgré** cette faible importance en surface, ces plantations font actuellement l'objet de nombreuses interrogations sur leur impact environnemental.

Proche par de nombreux aspects de cultures agricoles y compris de cultures annuelles, la populiculture doit aussi prendre en compte l'impact de ses **activités** sur le milieu biologique afin d'en réduire les éventuels effets **négatifs** et de **préserver** à long terme la fertilité des sites plantés. En outre, la substitution possible de peupliers à certaines productions annuelles sur des terrains libérés par l'agriculture conduit aujourd'hui à comparer les impacts respectifs d'un boisement et d'une culture, à **différentes échelles spatiales** : la parcelle **même**, l'exploitation agricole, le bassin versant,

Nous avons tenté de dresser un bilan des connaissances scientifiques actuelles dans les six domaines suivants :

- les cycles biogéochimiques des principaux macro-éléments (N, P, K, Ca, Mg) dans des écosystèmes où les peupliers constituent l'essentiel de l'**étage dominant**, et notamment les aspects quantitatifs de ces cycles par compartiments et flux ;

- l'estimation de la consommation en eau des peuplements ;

- l'influence des peuplements de peupliers sur la composition chimique de l'eau des nappes et cours d'eau : impact de la décomposition des **litières**, **rôle tampon** des boisements ;

- les **propriétés** biologiques des sols (**matière organique, faune et flore du sol**) sous peupliers ;

- la flore ;

- la faune.

Le **présent** document ne porte que sur l'analyse bibliographique de **données** disponibles sur les cycles d'**éléments** minéraux sous peuplements naturels et artificiels. Les cinq autres domaines seront traités dans des **études** distinctes.

Dans le cadre de cette recherche bibliographique, nous avons volontairement exclu du champ d'**étude** l'influence des boisements à base de peupliers sur le climat, sur les paysages ainsi que les aspects **socio-économiques** liés à la culture de peupliers.

Les informations recueillies proviennent de deux types de sources documentaires :

- les bases de **données** scientifiques AGRIS, BIOSIS, CAB, PASCAL, TREE CD et Téléthèses. L'interrogation de ces six bases, à partir de nombreuses combinaisons de mots-clé, a permis en un deuxième temps une recherche **sélective** des documents retenus auprès de divers organismes scientifiques ou directement auprès des auteurs. On peut **ajouter** à cette série de bases de données la consultation des ouvrages "Populus : A bibliography of World Literature, 1964-1974" et "Populus : A bibliography of World Literature, 1975-1988" publiés par l'US Department of Agriculture, ainsi que plusieurs **études** bibliographiques telles que celles de Bernier (1984) ou Kimmins et al.

- la consultation des **bibliothèques** des organismes de recherche suivants : INRA (Unités Microbiologie et Biogéochimie des Ecosystèmes Forestiers, Ecophysiologie Forestière, Zoologie Forestière), ENGREF, Centre d'Écologie des Systèmes Fluviaux, Muséum National d'Histoire Naturelle.

Étant donnée la diversité des peuplements étudiés d'une part, des milieux sur lesquels les travaux existants ont été menés d'autre part, nous avons défini une typologie simplifiée des boisements de peupliers en distinguant :

- les peuplements naturels - essentiellement les forêts pures ou mixtes de trembles, exploitées en Amérique du Nord et en Scandinavie - en zones alluviales et hors zones alluviales ;

- les peuplements artificiels, en distinguant d'une part les plantations à large espacement et d'autre part les plantations à forte densité, en zones alluviales et hors zones alluviales. Les plantations d'alignements de toute nature, non étudiées ici, sont exclues de cette typologie.

CONCLUSIONS

Alors que les boisements artificiels de peupliers, à forte ou faible densité, sont fréquemment considérés comme des formes particulièrement intensives de production forestière, il n'est pas étonnant de constater que de nombreux travaux y ont été menés sur les cycles d'éléments minéraux. Il en est de même pour les boisements naturels d'espèces appartenant au genre *Populus*, essentiellement en Amérique du Nord, en raison de leur importance économique aux USA et au Canada.

En effet, la recherche d'un rendement matière le plus élevé possible dans le cadre de rotations courtes ou moyennes - à l'échelle de la plupart des formations forestières importantes en surface - a tout naturellement conduit de nombreuses équipes et gestionnaires à s'interroger sur la pérennité des performances de ces peuplements. De plus, la mise au point d'itinéraires techniques et sylvicoles intensifs et l'emploi de matériel végétal très souvent issu de programmes d'amélioration et de sélection, ne peuvent logiquement se concevoir que dans le cadre d'une connaissance approfondie des exigences nutritionnelles - entre autres - affectant les rendements. La recherche d'une rentabilité économique pour une production proche par bien des aspects de productions agricoles, suppose également une maîtrise raisonnée des intrants et notamment des fertilisants. La productivité généralement très élevée des peupliers a ainsi eu pour conséquence un développement important des recherches sur les cycles des principaux macro-éléments ou plutôt sur le contenu minéral des peuplements et les disponibilités des sites.

Les caractéristiques mêmes des plantations artificielles de peupliers se traduisent par des particularités fortes des boisements : des itinéraires techniques très différents selon les types de produits à obtenir, du matériel végétal dont le comportement physiologique peut varier très sensiblement d'une variété à l'autre, une large gamme de terrains d'installation. Cette diversité se traduit par une difficulté certaine à extrapoler les résultats obtenus sur des sites expérimentaux et explique probablement en partie les différences constatées entre auteurs.

La lourdeur des expérimentations nécessaires à la compréhension et la quantification de cycles d'éléments minéraux ne permettent pourtant pas d'envisager en routine la mise en place de suivis fins dans toutes les combinaisons de cas possibles (clone - site - sylviculture). Il apparaît donc important de pouvoir utiliser au maximum les connaissances acquises, tout en cherchant à combler les lacunes actuelles. Pour tenter d'atteindre cet objectif, nous pouvons retenir de cette étude les points suivants :

1)- les taux élevés de minéralisation de compartiments qui peuvent être marginaux en biomasse (écorce, branches, feuilles) sont une caractéristique commune des différents types de peuplements distingués ici. Le rôle de ces compartiments dans le cycle des macro-éléments y est essentiel. Les résultats des travaux menés en peuplements naturels sur la décomposition de branches et troncs (Watters et al., 1988 ; Miller, 1983) peuvent par exemple servir de référence pour les peupleraies à large espacement en cas d'exploitation avec abandon des houppiers.

2)- l'importance des sous-étages, introduits (cas des plantations mélangées aulnes - peupliers) ou naturels (végétation adventice spontanée) dans les cycles de plusieurs macro-éléments, est soulignée par plusieurs auteurs aussi bien dans le cas de peuplements naturels que de plantations. Leur gestion en tant que composante d'une biocénose n'a pas véritablement été abordée si ce n'est en tant que concurrente potentielle d'un étage dominant objet principal de culture. La seule exception notable est l'association peupliers - plantes fixatrices d'azote.

3)- les conséquences de différents modes de récolte sur la fertilité des sites ont fait l'objet de multiples publications dans le cas des peuplements naturels et des plantations à forte densité et sont désormais bien cernées. Il n'en va pas de même pour les plantations à faible densité dont l'exploitation peut être réalisée de nombreuses façons, selon le type de produits recherchés (billes de pied seules, surbilles, rondins pour trituration). Le faible nombre d'études menées à bien dans ces formations et les particularités régionales fortes de ces travaux ne permettent pas, actuellement, d'évaluer l'impact de tel ou tel scénario de récolte.

4) - une partie seulement des voies principales du cycle biogéochimique (Bonneau, 1995) est généralement abordée dans la majorité des études. Prélèvement, stockage, immobilisation, retour d'éléments au sol par des parties de végétaux et minéralisation sont le plus souvent quantifiées. En revanche, les apports extérieurs par les pluies et dépôts secs occultes, pluviolésivage et récréation, libération d'éléments à partir de racines, altération et pertes sont peu ou pas évalués, principalement en raison de difficultés techniques - et aussi financières -. L'importance de ces voies est pourtant loin d'être négligeable et les rares résultats disponibles (Lousier et Parkinson, 1979 ; Perala et Alban, 1982 ; Lockaby, 1986) constituent des références utiles mais insuffisantes ou non extrapolables dans bien des cas.

5) - le rendement en éléments nutritifs, surtout étudié dans le cas de plantations à forte densité (Blackmon et al. 1979 ; Heilman et Stettler, 1986 ; Ranger et Nys, 1996) apparaît comme une approche indispensable dans l'analyse de plantations monoclonales, comme le sont quasiment toutes les plantations à large espacement. On peut tout au moins envisager d'évaluer l'efficacité des principaux clones cultivés aujourd'hui - la populiculture européenne ayant un caractère « pauciclonal » marqué - mais aussi intégrer ce problème dans le cadre même de processus de sélection, comme le suggèrent d'ailleurs Heilman et Stettler. La stabilité de l'efficacité de certaines variétés devra en outre être vérifiée sur une gamme contrastée de sites.

Parmi les critiques d'ordre environnemental de plus en plus nombreuses formulées à l'encontre de la populiculture, figure l'épuisement éventuel des sols par des cultures répétées. Cette préoccupation, qui est d'abord apparue chez les producteurs de biomasse, doit aujourd'hui être prise en compte pour d'autres formes de populiculture. Si des pistes nouvelles apparaissent, comme la mise en place de modes de récolte adaptés aux caractéristiques édaphiques des sites, la gestion de sous-étages, le choix de variétés plus efficaces, de nombreuses zones d'ombre subsistent encore.

A ce sujet, on peut mentionner plus particulièrement :

a) comme le soulignent Dyck et al. (1994), l'estimation des conséquences de modes de récolte sur la qualité des sites pose des problèmes méthodologiques non encore résolus. Ces auteurs insistent notamment sur la difficulté de distinguer entre effets de pratiques sylvicoles sur la fertilité d'une part, sur la productivité de l'autre. En outre, Dyck et al. rappellent qu'actuellement, la qualité d'un site ne peut être appréciée indépendamment de la récolte qui y est mobilisée.

b) des flux, dont certains parmi les plus importants quantitativement, sont peu ou pas étudiés - très souvent à cause de difficultés réelles à les mesurer avec précision (Bonneau, 1995) - avec comme conséquence une connaissance partielle des cycles d'éléments minéraux. On peut ainsi citer :

- les apports atmosphériques (pluies à découvert + dépôts secs et occultes). Outre les problèmes techniques de dosage d'éléments présents en faible concentration tels que le phosphore, Ranger (comm. pers.) signale que des données récentes montrent la grande variation locale de ces apports et souligne l'obstacle à la modélisation que constituent des résultats fragmentaires dans ce domaine.

- les pertes par drainage qui représentent un des termes les plus importants du bilan entrées-sorties (Ranger, comm. pers.). Ces pertes ne sont pourtant pratiquement pas étudiées, mais le plus souvent citées comme intervenant dans les cycles, sans estimation. Ce paramètre ne peut être négligé car les pratiques culturales, discages répétés maintenant le sol à nu plusieurs années en peupleraies à large espacement sous itinéraire sylvicole intensif, peuvent fortement contribuer à augmenter les pertes.

- les apports par suite de crues ou d'inondations répétées, fréquentes en zones alluviales, sites fréquemment utilisés par la populiculture, sont mentionnés par des auteurs comme Nelson et al. (1987) mais non quantifiés.

Enfin, il convient de signaler que les **conséquences** pratiques et **économiques** de changements tels que les modes de **récolte**, la gestion de **sous-étages** ou le choix de **variétés** efficaces, mentionnés plus haut, devront **également** faire l'objet d'**évaluations précises** sous peine de ne trouver aucune traduction réelle sur le terrain et de laisser supposer que seule une vision strictement productiviste à court terme anime le « monde popuicole ».

REMERCIEMENTS

Nous tenons à adresser notre reconnaissance tout particulièrement à Jacques Ranger (INRA Nancy) pour nous avoir largement ouvert les portes de son laboratoire et permis de consulter ou emprunter de nombreux ouvrages et articles cités. Ses conseils au début de cette démarche d'une part, ses remarques lors de la relecture de ce rapport d'autre part ont constitué une aide précieuse.

Nous remercions également vivement Maurice Bonneau pour avoir aussi accepté de relire ce document avec l'éclairage de son immense expérience sur un tel sujet.

Que Michel Cazet pour nos fréquents échanges et pour son soutien actif pendant ce travail et Sonia Launay pour son efficacité dans la recherche de documents soient eux aussi chaleureusement remerciés.