

## Quelles sont les capacités de la peupleraie hennuyère à capter le CO<sub>2</sub> ?

Par S. Colasse, Ir. J.-P. Bauvin et Ir. D. Huart

Dans le cadre du programme européen Interreg III – projet Transpop  
"Dynamisation de la populiculture transfrontalière"

Avec le soutien du F.E.D.E.R.

Le présent article n'a d'autres ambitions que de donner une estimation, la plus vraisemblable possible de la capacité qu'a la peupleraie hennuyère à tenir son rôle de puit de carbone.

Précisons d'emblée que les végétaux ne captent pas le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), mais bien du carbone élémentaire (C). Dans cet essai nous allons retenir la capacité du peuplier à immobiliser du carbone sous forme de matière ligneuse. Il ne sera pas fait mention des organes de l'arbre se renouvelant tous les ans (feuilles, fleurs, fruits,...).

Le bois anhydre sans les éléments minéraux (cendres) est pour l'essentiel constitué de : 50 % de carbone, 43 % d'oxygène, 6 % d'hydrogène et 1% d'azote et de divers (Coleman et Coti). Donc pour 1 kg de bois anhydre il y a +/- 500 grammes de carbone.

Le dioxyde de carbone, dont une mole pèse 44gr, se compose d'oxygène (32gr) et de carbone (12gr), donc 1kg de carbone présent dans le bois correspond à  $1 / 0,012 = 83,333$  moles de C qui représentent donc à  $83,333 \times 0,044\text{kg} = 3,667$  kg de CO<sub>2</sub> « immobilisés » ou « épargnés » (du C dans du bois, c'est du CO<sub>2</sub> qui n'est pas dans l'atmosphère ! (Bauvin, 2006))

Pour connaître la masse de carbone contenue dans un mètre cube de bois frais, il faut savoir quelle est la proportion du bois anhydre dans ce volume, tout en sachant qu'un mètre cube de bois frais va perdre du volume en même temps qu'il perdra son eau.

A partir des fiches techniques « *Les clones de peupliers belges* » qui nous renseignent sur la masse volumique et le retrait volumique de quelques cultivars, il a été possible de calculer la masse de carbone et donc les capacités de fixation de CO<sub>2</sub> pour quelques cultivars.

Cultivars	Masse volumique du bois anhydre (kg/m <sup>3</sup> )	Retrait volumique en %  Moyenne	volume anhydre par m3 de bois frais (m3)	masse anhydre / m3 de bois frais (kg)	masse de C / m3 de bois frais (kg)	fixation de CO <sub>2</sub> / m3 de bois frais (kg)
Robusta vert	409	11,7	0,883	361,1	180,6	662
Primo	414	11,5	0,885	366,4	183,2	672
Ghoy	357	11,3	0,887	316,7	158,3	581
Gaver	384	11,6	0,884	339,5	169,7	622
Gibecq	418	12,1	0,879	367,4	183,7	674
Ogy	369	10,9	0,891	328,8	164,4	603
Unal	369	12,3	0,877	323,6	161,8	593
Beaupré	383	12,4	0,876	335,5	167,8	615
<b>Moyenne</b>	<b>388</b>	<b>11,7</b>	<b>0,883</b>	<b>342,4</b>	<b>171,2</b>	<b>628</b>

Masse volumique du bois anhydre est obtenue par pesage et peut être considérée comme le rapport entre le poids et le volume d'une grume anhydre et **écorcée**.

Dans ces même fiches sont reprises des mesures de plusieurs peupleraies de chaque variété avec le volume de bois d'œuvre que chacune d'entres elles a pu produire par ha en 20 ans. Sur cette base, nous avons estimé la quantité de CO<sub>2</sub> bloquée sous forme de bois d'œuvre par hectare :

### Estimation réalisée sur 20 ans

Cultivars	vol. bois d'œuvre (m3/ha)	masse de C / m3 de bois frais (kg)	masse de C (t/ha)	fixation de CO <sub>2</sub> / m3 de bois frais (kg)	fixation de CO <sub>2</sub> / ha (tonnes / ha)
Robusta vert	195	180,6	35,2	662	129
Primo	240	183,2	44,0	672	161
Ghoy	260	158,3	41,2	581	151
Gaver	212	169,7	36,0	622	132
Gibecq	200	183,7	36,7	674	135
Ogy	188	164,4	30,9	603	113
Unal	394	161,8	63,8	593	234
Beaupré	408	167,8	68,4	615	251
<b>Moyenne</b>	<b>262</b>	<b>171,2</b>	<b>44,5</b>	<b>628</b>	<b>163</b>

### **En théorie :**

La peupleraie hennuyère, d'une superficie d'environ 7900 ha, pourrait donc capter tous les 20 ans +/- 351.550 tonnes de carbone sous forme de bois d'œuvre (et donc bloquer l'équivalent de 1.287.700 tonnes de CO<sub>2</sub>). On peut donc estimer que la peupleraie bloquerait bon an mal an 17.577 tonnes de carbone par an sous forme de bois d'œuvre.

Il est fréquemment admis que pour 1 m<sup>3</sup> de bois d'œuvre, le peuplier produit 1m<sup>3</sup> de bois non exploitable (houppier et racines). En reprenant le volume global de bois produit, il suffit de doubler l'estimation soit +/- **703.000 tonnes de carbone** captés par la peupleraie hennuyère (soit un blocage momentané de 2.575.000 tonnes de CO<sub>2</sub>).

### **En pratique :**

Sur base des inventaires réalisés entre 1995 et 1999, nous avons sommé les volumes de bois d'œuvre estimés au premier gros défaut (tel que présentés dans les divers articles publiés dans les bulletin du C.P.H. sur base des inventaires 95-99) en fonction des cultivars et pour chaque type de culture (alignement, peupleraie en massif et enrichissement). Pour les cultivars où nous manquions de données sur les capacités de fixation de CO<sub>2</sub>, les données moyennes ont été utilisées.

Nous pouvons estimer le blocage en carbone selon les différents types de culture à :

- Peupleraies en massifs : 132.000 tonnes
- Enrichissement : 11.000 tonnes
- Alignement : 20.000 tonnes

Soit un blocage actuel de 163.000 tonnes de carbone sous forme de bois d'oeuvre.

Comme dans l'étude théorique nous pouvons doubler cette valeur en tenant compte du volume de houppier et du volume racinaire. Le blocage en carbone peut donc être estimé en l'état actuel à **326.000 tonnes de carbone** soit à un **équivalent CO<sub>2</sub> de 1.195.000 tonnes**.

Cette estimation est inférieure de moitié à l'estimation précédente. Cette différence s'explique entre autre par le fait que les peupleraies hennuyères sont d'âges multiples, de croissance fort variable et que le mode de calcul du volume de bois d'œuvre est plus restrictif. Les volumes moyens / ha dans le cas des inventaires sont de 139 m<sup>3</sup>/ha pour les alignements, de 114 m<sup>3</sup>/ha pour les peupleraies en massif et de 151 m<sup>3</sup>/ha pour les enrichissements. Le volume moyen issu de l'étude théorique est fixé à 262 m<sup>3</sup>/ha soit plus du double du volume moyen des peupleraies en massif. Ceci explique une partie importante de la différence entre les deux estimations.

Evidement cette étude est toute théorique, la faible durabilité du matériau peuplier, ses utilisations (comme les emballages) ne confèrent pas souvent au produit fini une importante longévité. De même les éléments ligneux non utilisés se dégradent plus ou moins vite et libèrent le carbone.

Selon P. Triboulot et B. Reitz, les process industriels utilisant le bois produisent un dégagement de +/- 200 kg de CO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup> de bois utilisé. Mais selon les modalités et les endroits vers lesquels nos peupliers sont expédiés cette quantification des dégagements peut être plus ou moins fortement revue à la hausse.

La peupleraie par sa rapidité de croissance (et l'importance de ses retombées annuelles) permet en quelques révolutions (soit en trois-quart de siècle) d'obtenir un sol plus forestier plus humifère (meilleur piège à carbone). Dans notre estimation n'ont pas été non plus pris en compte l'ensemble des taillis et sous-bois colonisant les peupleraies.

Soulignons que les structures forestières permettent au sol de capitaliser une masse plus ou moins importante de carbone sous forme d'humus. D'après les données issues du laboratoire de pédologie du Carah et de la soixantaine d'analyses de sol de peupleraies archivées, on peut dresser une estimation comme suit :

<b>Carbone retenu dans les sols hennuyers (estimations)</b>				
<b>Type de culture</b>	<b>0 à 30 cm</b>	<b>30 à 60 cm</b>	<b>carbone / ha (entre 0 et 60 cm)</b>	<b>CO<sub>2</sub> piégé / ha (entre 0 et 60 cm)</b>
Terre labourée	<2%	<1%	90 tonnes	330 tonnes
Prairie	3,5%	2%	165 tonnes	605 tonnes
Peupleraie	5,5%	4%	285 tonnes	1045 tonnes

On peut donc estimer que le sol de la peupleraie hennuyère immobilise près de **8.256.250 tonnes de CO<sub>2</sub>** (soit 5649250 tonnes en plus que la même surface en terre labourée). **Le boisement des prairies entre 1959 et 1999 (3400 ha) a permis ainsi d'immobiliser 1.496.000 tonnes de CO<sub>2</sub> en plus** (par rapport à la conservation du milieu prairial).

A la question titre «  
quelles sont les capacités de la peupleraie hennuyère à capter le CO<sub>2</sub> ? » on peut répondre que, en l'état actuel des choses, sa capacité de blocage de l'ordre des **10 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>** pour 7900 ha.

Pour donner une idée, les émissions de CO<sub>2</sub> en 2001 en Belgique, étaient de l'ordre de **149 millions de tonnes**.

Le principe du stockage du carbone par le boisement n'est valable que jusqu'au moment où le système forestier entre en équilibre : les vieilles forêts ne peuvent guère stocker d'avantage de carbone mais leur destruction entraîne d'importantes libérations de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Le sol des peupleraies n'est vraisemblablement pas encore à l'équilibre (la plupart d'entre elles sont issues de boisements vieux d'une cinquantaine d'années) et l'on peut supposer qu'il reste une marge possible pour un stockage supplémentaire de carbone dans le sol. Le stockage du carbone dans le sol prend deux fois plus de temps que sa libération lors d'une remise en culture labourée.

La remise dans le cycle du carbone du bois étant assez courte, le principal intérêt du piégeage dans le matériau bois est qu'il permet de diminuer la consommation d'énergie fossile.

La notion de la forêt « piège à carbone » apparaît donc comme une solution à court ou moyen terme mais d'autres solutions restent à trouver .....et à **appliquer !!!**

**Tableau 1. Puits et sources estimés de C dans la végétation (biomasse aérienne et souterraine vivante et morte, y compris les débris ligneux) et les sols (horizon O et minéral jusqu'à 1 m de profondeur) des forêts du monde <sup>1</sup>**

Région pays	Puits de C (Pg)		Sources de C (Pg an <sup>-1</sup> )
	Végétation	Sols	
<b>Zone des hautes latitudes ou boréale</b>			
Ex-URSS <sup>2</sup>	63	111	+0,3 a +0,5
Canada <sup>3</sup>	15	76	+0,08
Alaska	2	11	- <sup>4</sup>
<b>Total partiel</b>	<b>80</b>	<b>198</b>	<b>+0,48 ± 0,2</b>
<b>Zone des moyennes latitudes ou tempérée</b>			
E.U.-A.	15	21	+0,08 a +0,25
Europe <sup>5</sup>	10	18	+0,09 a +0,12
Chine	17	16	-0,02
Australie	9	14	trace
<b>Total partiel</b>	<b>51</b>	<b>69</b>	<b>+0,26 ± 0,1</b>
<b>Zone des basses latitudes ou tropicale</b>			
Asie	41-54	43	-0,50 to -0,90
Afrique	52	63	-0,25 to -0,45
Amérique	119	110	-0,50 to -0,70
<b>Total partiel</b>	<b>212</b>	<b>216</b>	<b>-1,65 ± 0,40</b>
<b>Total</b>	<b>343</b>	<b>483</b>	<b>-0,9 ± 0,5</b>

<sup>1</sup> La date de l'estimation varie suivant les pays et les régions mais l'estimation couvre toute la décennie des années 1980. Les estimations se fondent sur des bilans complets de C sous toutes les latitudes et utilisent des données originales et/ou corrigées (Brown *et al.*, 1996, version révisée).

<sup>2</sup> Comprise dans les E.U.-A.

<sup>3</sup> Tourbe non comprise

<sup>4</sup> L'estimation relative aux racines est incluse dans celle de la végétation (Kurz *et al.* 1996); la tourbe comprise dans le sol n'a pas été prise en compte dans l'estimation.

<sup>5</sup> Pays nordiques compris. Il est supposé que le carbone stocké dans la biomasse vivante est le produit du matériel sur pied en 1990 converti en unités de carbone et le point médian des facteurs d'expansion indiqués dans Kauppi *et al.* (1992); en outre 40% de biomasse vivante ont été ajoutés pour tenir compte de la litière et de la matière organique morte. Le puits du sol est le produit de la superficie forestière et d'une densité dans le sol de C égale à 9 kg m<sup>-2</sup> (Dixon *et al.* 1994).

Dans un acte du colloque forestier d'Antalya de 1996, un article de Mme Sandra Brown (*US Environmental Protection Agency, National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Western Ecology Division*) nous livre un tableau qui souligne entre autres l'importance du sol forestier dans l'estimation des puits de carbone que peuvent potentiellement constituer les forêts. Cet article souligne

l'importance particulière des forêts tropicales en tant que puits de carbone mais également la source de carbone que constitue leur déboisement.

*Mole* : Unité du SI (système international) de quantité de matière équivalant à la quantité de matière d'un système contenant autant d'entités élémentaires qu'il y a d'atomes dans 0,012 kg de carbone 12.

## **Bibliographie**

Anonyme, Les clones de peupliers belges – fiches de technique culturale et des caractéristiques technologiques du bois- IBW- Xylindus a.s.b.l. – F.E.R.S.I.C. a.s.b.l. .

Bary-Lenger, A., Evrard, R., Gathy, P., La forêt, éditions du Perron, 620 p.

Bauvin, J.-P., Colasse, S., Latteur, L., Parfonry, A., Convention CPH-CARAH-RW Objectif 1 Hainaut « Revalorisation des peupleraies hennuyères par une populiculture de qualité en province de Hainaut », Rapport final, 1999.

Bauvin, J.-P., Colasse, S., Parfonry, A., notes sur l'inventaire populier « CPH-CARAH-RW/Objectif 1 Hainaut » Bulletins du CPH, 1997 à 2003,

Barnéoud C., Bonduelle P., Dubois J.M., manuel de populiculture, AFOCEL, 1982

Brown S., Actes du Colloque d'Antalya, 1996, C.I.P. (Commission International of Poplar), F.A.O.

Dickman, D.I., Isebrands, J.G., Eckenwalder, J.E., Richardson, J. (Editors). 2001. Poplar culture in North America. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 397 pp.

Stettler, R.F., Bradshaw, H.D., Jr., Heilman, P.E., and Hinckley, T.M. 1996. Biology of Populus and its implications for management and conservation. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 539p.

Triboulot, P., Reitz, B., Le bois dans son contexte des matériaux de la construction, Revue Forestière Française, n°4-2000.