



INSTITUT
TECHNOLOGIQUE

Réserves d'azote et d'amidon dans les plançons de peuplier

Interactions possibles avec la date
d'arrêt de croissance



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

INRAE

la science pour la vie, l'humain, la terre

Introduction

Ces dix dernières années, plusieurs comportements inhabituels ont été détectés dans différentes régions françaises, en particulier de mauvaises reprises en plantation, sur des clones particuliers et en l'absence visible de toute faute technique à la plantation. Les clones concernés (Soligo le plus souvent, parfois P. deltoïdes du GIS Peuplier) ont pour particularité d'avoir des périodes de végétation longues, avec un arrêt de croissance et une défeuillaison plutôt tardifs. Ces comportements inhabituels n'ont jamais été détectés dans les dispositifs expérimentaux passés et ne sont pas systématiques, ce qui laisse supposer l'existence d'un phénomène aléatoire ayant un effet direct sur la qualité physiologique du plant. L'hypothèse posée par le GIS Peuplier est que ces clones à arrêt de croissance tardif, cultivés au Nord de la France présentent un signal d'arrêt de croissance retardé (longueur du jour). Ils sont alors susceptibles de subir un gel précoce alors qu'ils sont encore en activité et que la mise en réserve (des feuilles vers la tige) n'est pas terminée. Le GIS Peuplier a donc entrepris l'évaluation de l'impact d'une défeuillaison précoce sur deux clones de peupliers à arrêt de croissance contrasté, élevés en pépinière FCBA de Charrey-sur-Saône.

1 Matériels et Méthodes

Pour recréer l'effet d'une défeuillaison brutale, sur un clone encore en activité, nous avons procédé à l'enlèvement total des feuilles de deux clones de phénologie différentes, et à deux dates fixées (mi-septembre et mi-octobre). Des plants de ces mêmes clones ont été élevés sans intervention, correspondant à la modalité « chute naturelle des feuilles ». Le tableau 1 indique les 6 combinaisons factorielles mises en œuvre dans l'expérimentation conduite en 2018 et 2019, à Charrey-sur-Saône. Chaque combinaison factorielle était composée de 15 individus.

Les plants d'un an étudiés sont issus de rejets sur souche, dans une parcelle de production de plançons située dans la pépinière de Charrey-sur-Saône. Les plants ont été mesurés en hauteur et en diamètre, et randomisés entre les différentes combinaisons factorielles testées. La défeuillaison artificielle (réalisée mi-septembre et mi-octobre 2018) a consisté à retirer (au sécateur) l'ensemble des feuilles du plançon, à l'exception des 3 ou 4 dernières feuilles de chaque extrémité (tige principale et branches). Pour la 3^{ème} date de défeuillaison (chute des feuilles naturelle), les feuilles étaient toutes tombées vers la mi-novembre. Les plants ont été mesurés en hauteur et en circonférence à 1 mètre en fin de végétation (décembre 2018).

Les 90 plançons ont ensuite été façonnés le 20 février 2019. Deux prélèvements ont été effectués à la base de la tige :

- un d'environ 10 cm de longueur, ensaché en sac plastique et conservé immédiatement dans de la carboglace, pour des analyses chimiques (amidon, sucres solubles totaux et ratio C/N) à la plateforme SilvaTech de INRAE de Nancy,
- un de 3 cm de longueur, ensaché en sac plastique, entouré d'un sopalin humide, pour des analyses SPIR à la plateforme Phénobois de INRAE d'Orléans.

Les échantillons d'environ 10 cm ont été lyophilisés à leur réception à INRAE de Nancy puis conservés en pilulier en attendant leur broyage. Suite au broyage, une extraction à l'éthanol des sucres solubles a été réalisée sur environ 10 mg de poudre d'échantillon en décembre 2019. Les sucres solubles totaux contenus dans l'extrait sont quantifiés par dosage colorimétrique (février 2020). L'amidon contenu dans le surnageant est quantifié par dosage enzymatique et colorimétrique (juin 2020).

Les plançons façonnés ont été stockés une semaine dans l'eau, puis plantés dans un dispositif en trois blocs complets, installé dans la pépinière de Charrey-sur-Saône, le 28 février 2019. Le sol n'a pas été travaillé, mais les trous ont été ouverts à l'aide d'une tarière mécanique de 35 cm de diamètre, à la profondeur de 1 m. Les plants ont été protégés par un manchon plastique contre le gibier. Des mesures de hauteur totale et de circonférence à 1 m ont été réalisées dès la plantation, puis le 20 juin 2019 et en fin de première saison de végétation, le 07 novembre 2019.

Facteur 1 : Clone	Facteur 2 : Date de défeuillaison
Soligo (arrêt tardif)	Modalité 1 : mi-septembre
Clone GIS n°661200506 (arrêt précoce)	Modalité 2 : mi-octobre
	Modalité 3 : naturelle

Tableau 1 : Facteurs et modalités testées dans chaque facteur



Photo 1 : Enlèvement manuel des feuilles en septembre 2018, sur tiges d'un an

2 Résultats

2.1 Résultats dendrométriques

Au moment du façonnage des plançons, le clone Soligo a des dimensions un peu supérieures au clone GIS 661200506, mais les dimensions moyennes sont très homogènes au sein de chaque clone et de chaque modalité de dates de défeuillaison (figure 2).

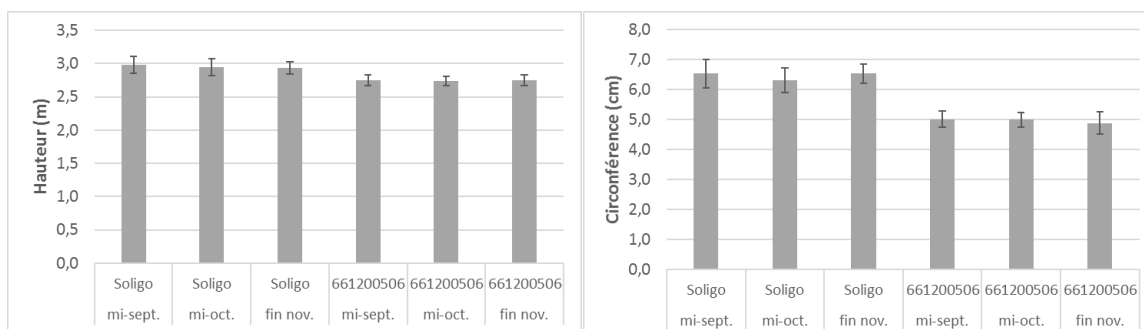


Figure 1 : Dimensions initiales moyennes (et intervalle de confiance de la moyenne) des plançons par clone et par date de défeuillaison avant façonnage

Le tableau 2 présente les résultats moyens du dispositif, par facteur principal, et par combinaison factorielle clone*date après un an de végétation. Nous remarquons une mortalité importante et inhabituelle pour le peuplier (voisine de 30 %). Celle-ci est due essentiellement à des dégâts de chevreuil, qui, malgré les protections, ont réussi à casser les plants au ras du sol ou à les endommager gravement. Cette mortalité, en fin d'année de végétation, touche en priorité le bloc 1 (43,3 %), puis le bloc 2 (30 %) et enfin le bloc 3 (16,7 %) et l'effet est hautement significatif. En revanche, il n'y a pas d'effet du clone ou de la date de défeuillaison sur la mortalité (figure 2).

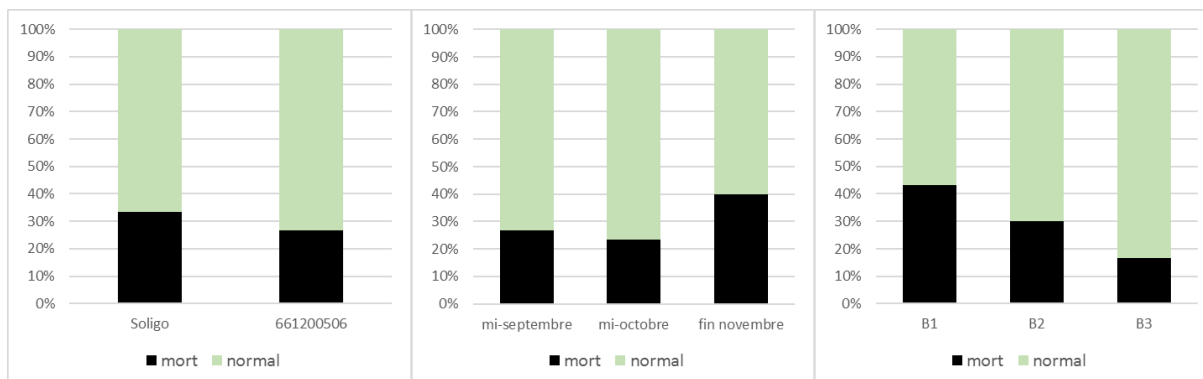


Figure 2 : Répartition des effectifs moyens en %, en fin d'année, par facteur étudié (clone, date de défeuillaison, bloc)

Bloc	Date défeuill.	Clone	Effectifs					% mortalité		
			Init.	Juin 2019			Nov. 2019		Juin 2019	Nov. 2019
				Morts	Accid.	Norm.	Morts	Norm.		
		Essai	90	16	3	71	27	63	17,8%	30,0%
		<u>Soligo</u>	45	10	1	34	15	30	22,2%	33,3%
		661200506	45	6	1	38	12	33	13,3%	26,7%
	mi-sept.		30	6	1	23	8	22	20,0%	26,7%
	mi-oct.		30	3	1	26	7	23	10,0%	23,3%
	fin nov.		30	7	0	23	12	18	23,3%	40,0%
B 1			30	4	2	24	13	17	13,3%	43,3%
B 2			30	9	0	21	9	21	30,0%	30,0%
B 3			30	3	0	27	5	25	10,0%	16,7%

Tableau 2 : Evolution des effectifs et mortalité en fin d'année

Bloc	Date Défeuill.	Clone	Hauteur (m) Décembre 2018	Circonférence à 1 m (cm) Décembre 2018	Hauteur (m) Février 2019	Hauteur (m) Juin 2019	Hauteur (m) Nov. 2019
		Essai	2,85	5,72	1,85	2,00	2,10
		<u>Soligo</u>	2,95	6,46	1,96	2,07	2,17
		661200506	2,75	4,98	1,74	1,93	2,05
	mi-sept.		2,88	5,80	1,84	2,00	2,07
	mi-oct.		2,84	5,65	1,86	2,01	2,11
	fin nov.		2,84	5,71	1,85	1,99	2,13
B 1			2,86	5,76	1,84	1,96	2,10
B 2			2,86	5,74	1,86	2,00	2,06
B 3			2,84	5,66	1,85	2,03	2,15

Tableau 3 : Résumé des mesures de hauteurs réalisées dans l'essai en 2018 et 2019

Pour les dimensions et la croissance des plants, nous retrouvons à la plantation, la différence constatée au moment du façonnage des plançons entre les deux clones (figure 1). Au cours de l'année 2019, le clone euraméricain GIS 661200506 a rattrapé une partie de son retard avec un accroissement de 31 cm en une année de végétation, contre 21 cm pour Soligo, mais l'écart reste significatif entre les deux clones. Nous n'observons pas de variations significatives de croissance dues aux facteurs « date de défeuillaison » et « bloc » (figure 3).

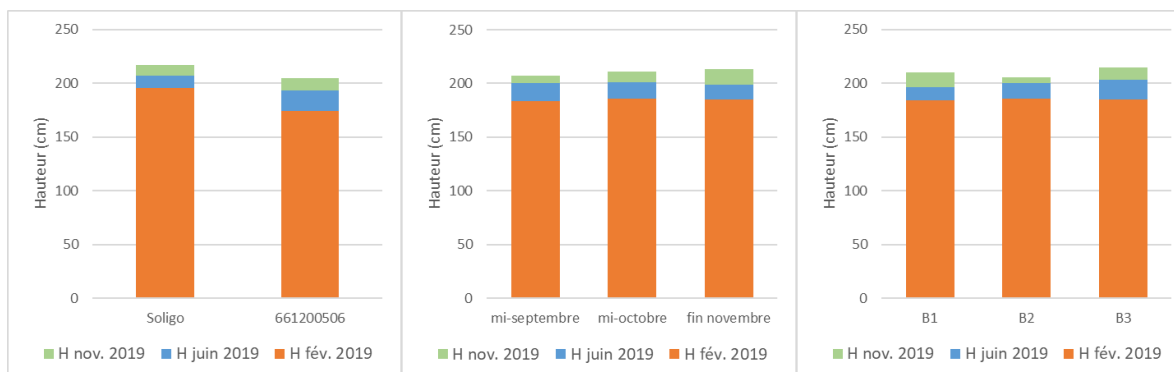


Figure 3 : Hauteur moyenne mesurée à la plantation, en juin et novembre 2019, par facteur principal (clone, date, bloc)

Le dispositif n'a donc pas permis de mettre en évidence une différence de reprise ou de croissance initiale que nous pourrions relier à une défeuillaison précoce.

2.2 Résultats des analyses de tiges (éléments chimiques et sucres)

Le tableau 4 présente les résultats moyens de la composition des tiges au moment du façonnage des plançons (février 2019), par facteur principal, et par combinaison factorielle clone*date.

Nous n'observons pas d'effet « bloc » sur les éléments dosés. Par contre il existe un effet significatif du clone testé pour les quantités en azote et amidon. A la date du prélèvement, Soligo (clone à arrêt de croissance tardif) contient 27 % d'azote en moins et 15 % de sucres solubles totaux en plus que le clone 661200506 (arrêt de croissance précoce). Nous remarquons également que la quantité d'amidon est la même pour les deux clones.

La date de défeuillage a un effet toujours significatif sur les éléments dosés, sauf pour le carbone (tableau 5). Pour les éléments azote, sucres solubles totaux et amidon, nous observons le même patron pour les deux clones : les quantités sont égales entre mi-septembre et mi-octobre mais significativement différentes de la quantité dosée fin novembre, qui est plus élevée.

Globalement, au cours de la fin de saison de végétation, nous observons une augmentation des quantités d'azote et d'amidon en particulier pour la dernière date de défeuillage correspondant à une chute des feuilles « naturelle » (figure 8).

Dans le même temps nous remarquons une diminution des sucres solubles totaux. Lorsque nous étudions les deux clones séparément, nous constatons les mêmes tendances. Toutefois le clone euraméricain GIS 661200506 semble avoir terminé ses transferts d'azote et d'amidon plus tôt que Soligo, car à la date de défeuillage de mi-octobre, ce clone atteint 89 % et 93 %, respectivement, du niveau atteint à la défeuillage naturelle (fin novembre), tandis que Soligo n'atteint que 69 % et 84 %, respectivement, à cette même date. Pour les sucres solubles totaux, la perte relative est de l'ordre de 6 % pour Soligo et 4 % pour le clone GIS 661200506, et ceux-ci restent à des niveaux bien différents (figure 4).

La seule interaction clone * date significative concerne l'azote. Pour les 2 clones, plus la défeuillage est tardive, plus la concentration en azote est élevée. L'interaction est simplement due au fait que pour le clone GIS 661200506, la différence de concentration est importante entre mi-septembre et mi-octobre et beaucoup moins entre mi-octobre et mi-novembre. Pour le clone Soligo, la différence de concentration est très faible entre mi-septembre et mi-octobre et beaucoup plus importante entre mi-octobre et mi-novembre (figure 4).

Bloc	Date défeuill.	Clone	Azote	Carbone	Sucres solubles totaux	Amidon
	Essai		0,39	47,37	53,00	11,94
		Soligo	0,34	47,33	56,73	12,06
		661200506	0,43	47,40	49,26	11,82
	mi-sept.		0,30 a	47,38 a	54,21 a	10,34 a
	mi-oct.		0,38 b	47,36 a	53,35 a b	11,97 b
	fin nov.		0,47 c	47,36 a	51,43 b	13,51 c
B 1			0,38	47,37	52,37	12,23
B 2			0,38	47,41	52,97	11,26
B 3			0,40	47,32	53,65	12,33
	mi-sept.	Soligo	0,28	47,33	58,18	11,00
	mi-oct.	Soligo	0,31	47,33	57,34	11,53
	fin nov.	Soligo	0,44	47,34	54,68	13,65
	mi-sept.	661200506	0,33	47,43	50,23	9,69
	mi-oct.	661200506	0,45	47,40	49,36	12,40
	fin nov.	661200506	0,51	47,38	48,18	13,36

Tableau 4 : Résultat de la composition des tiges (pour le facteur date, les concentrations n'ayant pas la même lettre sont statistiquement différentes)

	Bloc		Clone		Date		Clone*Date	
	F	Prob	F	Prob	F	Prob	F	Prob
Azote	1,501	ns	45,845	***	56,277	***	4,756	*
Carbone	0,615	ns	0,942	ns	0,038	ns	0,061	ns
Hydrogène	0,132	ns	1,21	ns	9,721	***	0,991	ns
Souffre	0,516	ns	1,605	ns	6,109	***	0,587	ns
Sucres	0,922	ns	93,832	***	4,512	*	0,399	ns
Amidon	1,679	ns	0,209	ns	12,087	***	1,441	ns

Tableau 5 : Analyse de variance et seuil de signification (ns : non significatif, * : significatif au seuil de 5%, *** : significatif au seuil de 1%)

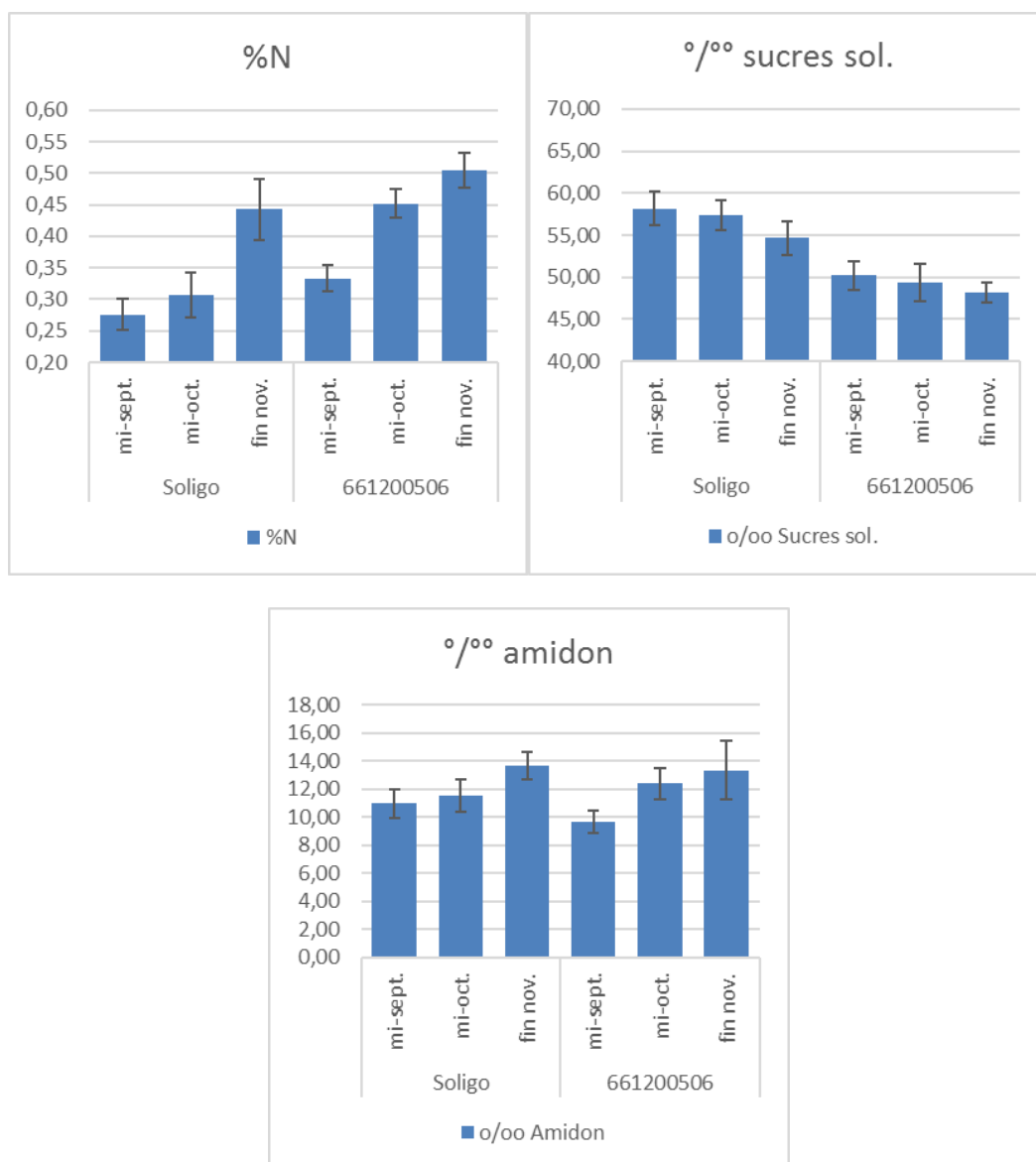


Figure 4 : Teneurs moyennes en Azote, sucres solubles et amidon, pour les combinaisons de facteur clone*date

3 Discussion / Conclusions

Le dispositif agronomique imaginé pour tester un effet d'une défeuillaison précoce sur le taux de reprise et/ou la croissance de deux clones de peuplier de phénologie différente n'a pas permis de valider l'hypothèse de départ. Plusieurs raisons peuvent être évoquées : le dispositif (exploratoire) est assez léger (15 individus par modalité date*clone) et il a été perturbé (malgré les protections) par des dégâts de chevreuil importants. Enfin, il faut signaler également que les deux clones avaient terminé leur croissance (bourgeon fermé) au moment de la première défeuillaison artificielle (mi-septembre) à cause de la sécheresse de l'été 2018.

En revanche, les analyses de portions de tiges prélevées au moment de la fabrication des plançons (février 2019) nous fournissent des résultats intéressants (et robustes) sur les concentrations d'azote, de sucres solubles totaux et d'amidon qui varient selon le clone et les dates de défeuillaison, selon le schéma attendu. Les arbres ayant subi une défeuillaison artificielle précoce possèdent des réserves azotées et des réserves d'amidon plus faibles que les arbres ayant subi une défeuillaison « naturelle » plus tardive (fin novembre).

Les réserves de sucres solubles totaux, très différentes entre les deux clones, suivent une évolution inverse, mais moins marquée. Enfin, le clone le plus « tardif » est celui pour lequel les écarts entre dates de défeuillaison sont les plus importants, pour l'Azote et l'amidon. Si on considère la 3^{ème} date de défeuillaison (fin novembre) comme la situation normale, on peut voir que les teneurs en azote et en amidon des 2 clones ne sont pas si éloignées. En revanche, les niveaux de réserve en Azote et en amidon diminuent sévèrement dès la date de défeuillaison de mi-octobre pour le clone qui s'arrête de façon tardive (Soligo), tandis qu'ils restent élevés pour le clone à arrêt précoce (661200506). Une défeuillaison très précoce (mi-septembre) entraîne des baisses importantes des réserves pour les deux clones (figure 5).

Il est donc possible qu'un « accident » météorologique (froid précoce) intervenant brutalement en fin de saison de végétation au moment où les clones « tardifs » sont encore en pleine activité et provoquant une chute brutale des feuilles, induise une baisse importante des réserves azotées et amylacées présentes dans les tiges des plançons. Ces déficits, peut-être combinés à d'autres facteurs, pourraient être à l'origine des accidents de reprise constatés sur certains clones. Ces premiers résultats semblent suggérer que le déficit d'azote est peut-être plus grave que le déficit d'amidon, puisque les mortalités sont surtout constatées sur Soligo.

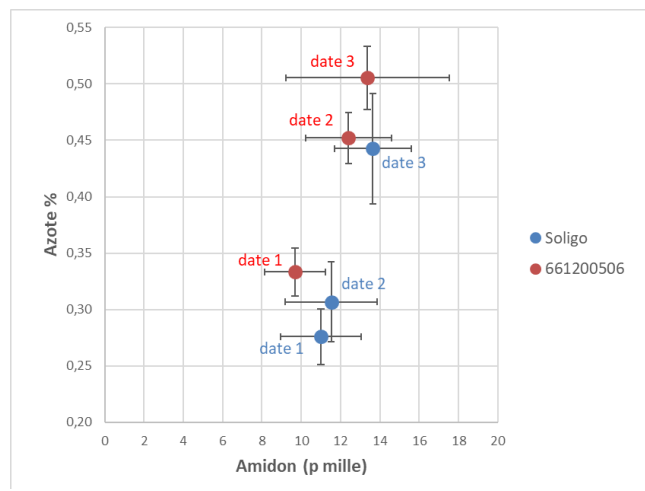


Figure 5 : Teneurs en Azote et en amidon, en fonction du clone et de la date de défeuillaison



Photo 2 : La mise en réserve dans les tiges en fin de saison est un critère important de la qualité des plançons.

Bibliographie

Bastien C. Gobin R., Fabre B., Bourlon V., Pozzi T., Lejeune V., Guérin V., Berthelot A., Forestier O., Poupart P., 2021. Nouvelle campagne de croisements contrôlés pour des hybrides euraméricains et poursuite des évaluations des clones interaméricains, *P. trichocarpa* et hybrides *P. trichocarpa* x *P. maximowiczii*. Rapport final de la convention de recherche et d'expérimentation n° E03/2020 GIS Peuplier, 40 p.

Regier N., Streb S., Zeeman S. C., Frey B., 2010. Seasonal changes in starch and sugar content of poplar (*Populus deltoides* x *nigra* cv. Dorskamp) and the impact of stem girdling on carbohydrate allocation to root. *Tree physiology* 30, 979-987.

Remerciements : Nous tenons à remercier Carole ANTOINE et Bastien GERARD de la plateforme SilvaTech, ISC des UMR 1434 SILVA, 1136 IAM, 1138 BEF et 4370 EA LERMAB du centre de recherche INRAE Grand Est – Nancy pour leur contribution aux analyses NSC. La plateforme SilvaTech est financée par l'Agence Nationale pour la Recherche au travers du Laboratoire d'Excellence ARBRE (ANR-11-LABX-0002-01).

Contacts

Alain BERTHELOT



FCBA - Pôle Ressources
Forestières des Territoires

60 route de Bonnencontre,
21170 Charrey-sur-Saône

alain.berthelot@fcba.fr

Tél. 03 80 36 36 20

Bénédicte FABRE



INRAE Grand Est – Nancy

UMR1136 Iam,
route d'Amance,
54280 Champenoux

benedicte.fabre@inrae.fr

Tél. 03 83 39 73 24

Outil technologique reconnu

FCBA et ses équipes d'experts accompagnent les entreprises des filières forêt-bois et ameublement dans l'amélioration de leur compétitivité sur leur marché

L'Institut met à disposition de ces entreprises le savoir-faire de ses ingénieurs et techniciens et la technologie de ses laboratoires, accompagne les professionnels dans la normalisation, l'amélioration de la qualité de leurs produits et les aide à intégrer les innovations technologiques. FCBA diffuse également de l'information scientifique et technique, fruit de son expertise en recherche et développement et veille technologique, économique et documentaire.

Aide à la conception et à l'innovation

Concevoir et construire avec le bois, respecter les normes et la réglementation. Pour l'ameublement, concevoir par l'usage et proposer des matériaux innovants avec le centre de ressources INNOVATHEQUE.

R & D

Être le porteur de l'innovation technologique pour permettre le développement des entreprises.

Centre de formation

Développer votre savoir-faire et vos compétences avec nos formations catalogue ou sur-mesure.

Bureau de normalisation

Animer et coordonner les travaux de normalisation du bois et des produits dérivés du bois et de l'ameublement.

Organisme certificateur

Marquage CE/RPC, CTB, NF, OFG, PEFC, FSC...

Laboratoires à la pointe

Chimie, physique, mécanique, biologie, finition, feu, biosourcés, matériaux...



INSTITUT
TECHNOLOGIQUE

Pour nous rejoindre

SIÈGE SOCIAL

10, rue Galilée
77420 Champs-sur-Mame
+33 (0)1 72 84 97 84

BORDEAUX

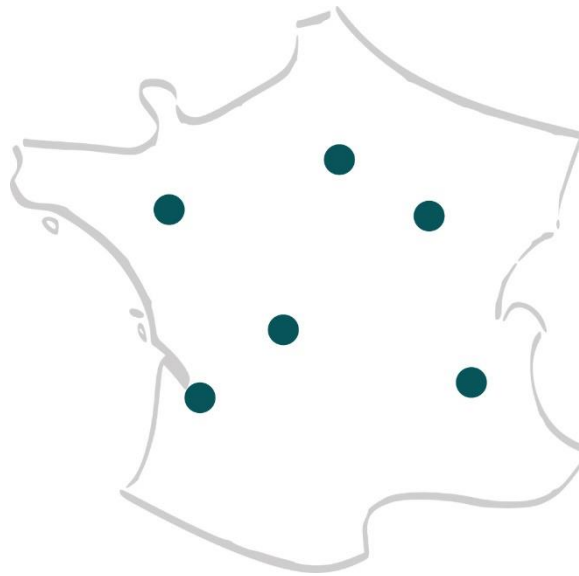
Allée de Boutaut - BP227
33028 Bordeaux Cedex
+33 (0)5 56 43 63 00

GRENOBLE

Domaine Universitaire
CS 90251
38044 Grenoble Cedex 9
+33 (0)4 56 85 25 30

CESTAS-PIERROTON

71, route d'Arcachon
33610 Cestas
+33 (0)5 56 79 95 00



NANTES

15, boulevard Léon Bureau
44200 Nantes
+33 (0)6 80 34 38 63

CHARREY-SUR-SAÔNE

60, route de Bonnencontre
21170 Charrey-sur-Saône
+33 (0)3 80 36 36 20

VERNEUIL-SUR-VIENNE

Domaine des Vaseix
87430 Verneuil-sur-Vienne
+33 (0)5 55 48 48 10



fcba.fr

