

Commission internationale du peuplier et autres arbres à croissance rapide utiles aux personnes et à l'environnement

26^{ème} Session, Rome, Italie 5-9 octobre 2021

Activités liées à la culture et à l'utilisation des peupliers, des saules et d'autres arbres à croissance rapide (2016-2019)

Rapport France - 2020

Ont contribué à l'élaboration de ce rapport :

- Eric BADEL - INRAE
- Catherine BASTIEN - INRAE
- Olivier BAUBET - DSF
- Alain BERTHELOT - FCBA, GIS Peuplier
- Bernard BOUTTE - DSF
- Gabriel CHAZALLON - CNP
- Hervé COCHARD - INRAE
- Bénédicte FABRE - INRAE
- Régis FICHOT - Université d'Orléans
- Damien FRANCOIS - F&BE
- Remy GOBIN - INRAE
- Mathieu HAVARD - BEMA
- Stéphane HERBETTE - UCA
- Olivier de LAGAUSIE - SIEL
- Guillaume LEGRAND - FCBA
- Remy MARCHAL - ENSAM
- Nicolas MARRON - INRAE
- Etienne MONTAGNE - AFB
- Bernard MOURLAN - Chambre du Peuplier
- Emmanuel NAUDIN - CNP, SIEL
- Eric PAILLASSA - CNPF IDF
- Alexandre PARIZEL - AFAF
- Didier REULING - FCBA
- Philippe RUCH - FCBA
- Aurélien SALLE - Université d'Orléans
- Marc VILLAR - INRAE

Coordination : Emmanuel NAUDIN - CONSEIL NATIONAL DU PEUPLIER.



Table des matières

I. CADRE JURIDIQUE ET POLITIQUE	3
II. INFORMATIONS TECHNIQUES	4
1. Taxonomie, nomenclature et homologation	4
2. Domestication et conservation des ressources génétiques	6
3. Santé des végétaux, résilience face aux menaces et au changement climatique	9
Vision d'ensemble : dommages biotiques et abiotiques pendant la période 2016-2019	9
Travaux de recherches conduits sur le puceron lanigère	12
Effet des modifications climatiques sur la populiculture	13
Réponses des arbres à des contraintes mécaniques exercées par le vent : mécanismes d'adaptation des arbres, effets sur la qualité du bois	14
Avancement des travaux sur la tolérance à la sécheresse	16
Mécanismes de réponse des peupliers aux sécheresses extrêmes	17
4. Durabilité s'agissant des moyens d'existence, de l'utilisation des terres, des produits et de la bioénergie	18
4-1. Nouveaux savoirs, méthodes, technologies... pour la culture, y compris production, conservation... ..	18
a) Pratiques de pépinières	18
b) Forêts plantées	19
Brève analyse des statistiques des plantations, prospective sur la ressource française en bois de peuplier ..	19
Les actions d'appui au reboisement	20
Analyse de la diversification variétale, tendances, éléments de stratégie	21
Pression de la faune sauvage sur les peupleraies	23
Restriction des usages des pesticides en pépinières et peupleraies	24
Biomasse	25
c) Forêts naturellement régénérées : ressources génétiques naturelles du Peuplier noir	25
d) Agroforesterie et arbres hors forêt	27
Le peuplier en agroforesterie	27
Développement du peuplier en agroforesterie : motifs, critères, qualités de bois	28
4-2. Application de nouveaux savoirs, de technologies et de méthodes dans le domaine de :	30
a) La récolte	30
Evolution de la mécanisation	30
b) L'utilisation du peuplier pour différents produits ligneux	30
Le bois de peuplier dans la construction	31
c) L'utilisation en bioénergie ou autres usages	33
5. Services environnementaux et écosystémiques	34
III. INFORMATIONS GENERALES	36
1. Administration et fonctionnement du Conseil national du peuplier (CNP)	36
2. Publications éditées, y c. les documents techniques présentés aux réunions, congrès, etc. dans la période 2016-2019	36
Publications scientifiques	36
Ouvrages publiés, autres publications	40
3. Relations avec d'autres pays	41
Partie expérimentale	41
Autres échanges internationaux	41
4. Innovations non incluses dans les autres sections	42
Evaluation et suivi de la ressource peuplier par télédétection	42
Caractérisation du bois par spectrométrie à infrarouge	42
Développement d'un système de plantation mécanique semi-automatisé (Autoplant)	42
Propriétés du bois au contact alimentaire	43
Recyclage d'emballages bois à base de peuplier	43
Impact des mélanges d'espèces sur le comportement du peuplier	44
IV. SYNTHESE STATISTIQUE	45

I. CADRE JURIDIQUE ET POLITIQUE

Le peuplier est la deuxième essence feuillue française après le chêne en terme de volumes récoltés. Il y occupe une surface d'environ 200 000 hectares. La récolte annuelle de peuplier s'élevait à 1,45 millions de m³ de bois d'œuvre en 2019, c'est-à-dire 26% de la récolte de bois feuillus. Les peupleraies croissent à une moyenne importante de 12 m³/ha/an et produisent essentiellement du bois d'œuvre (BO). En 18 ans, un hectare de peuplier produit ainsi 200 m³ de BO dont environ 2/3 pour le déroulage et 1/3 pour le sciage.

Le niveau de récolte, qui a été très bas dans les années consécutives à la crise de 2008, est à nouveau à la hausse depuis 2015. Cette hausse constante est liée à une meilleure adaptation de l'outil de transformation de la ressource : récolte 2019 en hausse de 13,6% par rapport à 2015.

La contribution du déroulage à cette production a augmenté en raison de l'augmentation de l'utilisation du contreplaqué et de l'emballage léger bois ces dernières années. Elle représente, en 2019, 72 % de la récolte. Le sciage est globalement stable et représente 28% de la récolte de BO.

Le bois de peuplier est encore peu utilisé dans le secteur du bâtiment. En 2017, l'interprofession a publié un guide technique d'utilisation du peuplier dans la construction, destiné aux prescripteurs et aux maîtres d'œuvre. Ce guide fournit les données les plus récentes sur les performances structurelles du peuplier et présente de nombreuses études de cas de bâtiments français dans lesquels le peuplier a été utilisé aussi bien en structure, en bardage, qu'en aménagement extérieur ou intérieur.

Pour la période 2016 - 2026, la France s'est dotée d'un "Programme National de la Forêt et du Bois" – PNFB –, élaboré avec l'ensemble de la filière forêt-bois et avec les représentants de la société civile et décliné en régions (PRFB). Un des axes forts de ce programme et des PRFB est la reprise des reboisements d'essences valorisées par les marchés comme le peuplier.

La France doit en effet anticiper le déficit d'approvisionnement en peuplier qui découle du déficit de plantations. Annoncé largement depuis 2011, le déficit de ressource par rapport aux besoins se ferait sentir à partir d'environ 2023, selon les qualités de bois. Le manque de bois pourrait atteindre ensuite 30% du besoin estimé. Les premiers signes de tensions sont apparus en 2017-2018. Deux incertitudes toutefois : 1) un potentiel supplémentaire est constitué des parcelles de peuplier qui ont été plantées avant 1996, mais leur volume est inconnu ainsi que les possibilités de mobilisation et leur qualité, et 2) optimisations de la part des entreprises et évolutions du marché national et mondial. Un risque d'exploitation précoce est identifié ; il creuserait le déficit de volume et le ferait perdurer.

Le dispositif "*Merci le peuplier*" permet depuis 2012 aux acteurs de la filière de soutenir la reconstitution des peupleraies après coupe en participant au coût d'acquisition des plançons. Depuis sa création, ce dispositif a d'ores et déjà permis de mobiliser plus de 1 400 000 € pour 573 500 plançons, ce qui correspond au reboisement de 3 100 ha en peuplier (voir page 20).

Parallèlement, en 2019, une étude conjointe du Conseil national du peuplier et de l'Union des industries du panneau contreplaqué sur l'état de la ressource actuelle et future a été engagée.

Il faut également souligner le soutien de certains Conseils régionaux au renouvellement des peupleraies et à la sécurisation de l'approvisionnement. C'est le cas de Nouvelle-Aquitaine, Centre-Val-de-Loire, Pays de la Loire et Grand Est, qui se sont dotées de mesures de soutien à la filière adossées à des plans régionaux peuplier.

Enfin, au niveau réglementaire, la liste régionale des cultivars éligibles aux aides de l'Etat, qui est modifiée tous les 2 ans, est désormais publiée au mois de février pour faciliter la mise en culture par les pépiniéristes. Ainsi, la liste régionalisée des cultivars de peuplier éligibles aux aides de l'Etat pour la période de juillet 2020 à juin 2022 a été mise à jour dès février 2020.

La contribution du peuplier à une économie responsable se traduit de façon croissante, le peuplier étant particulièrement bien adapté aux emballages alimentaires en remplacement des plastiques, dans le cadre par exemple de la loi n°2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire qui vise notamment à lutter contre la pollution plastique des emballages. Pour autant, l'essence souffre d'une mauvaise image liée à son mode de culture (monocultures linéaires, emploi de clones) et héritée du peu de considération accordée aux questions environnementales lors des premières cultures intensives il y a une quarantaine d'années (usage d'engrais et de désherbants). Son image pourrait toutefois évoluer, des échanges avec les associations de protection de la nature ayant récemment été entrepris par les représentants de la filière peuplier et un groupe de travail "Peuplier et environnement" ayant été créé.

Concernant la conservation et la valorisation des ressources génétiques, les travaux de recherche se poursuivent en particulier dans le cadre de l'adaptation au changement climatique. Le plan national d'adaptation au changement climatique prévoyait un renforcement de la conservation des ressources génétiques forestières. Le groupement d'intérêt scientifique peuplier a tenu un forum sur les travaux d'amélioration génétique et de sélection du peuplier en 2018 avec une cinquantaine de populeculteurs, pépiniéristes, représentants de l'administration et industriels.

II. INFORMATIONS TECHNIQUES

1. Taxonomie, nomenclature et homologation

Au cours de la période, le registre national a subi assez peu de modification. Les 4 clones de la société 3C2A (Dano, Rona, Garo, Ludo) ont été admis à titre définitif (tableau I).

Six clones d'obtention italienne et inscrits en Italie, ont été inscrits au registre français en 2018 et 2015. Suite à des travaux d'identification moléculaire conduits par INRAE à l'aide de 17 marqueurs microsatellites et 9127 marqueurs SNP, le clone Senna a été retiré du registre national car il n'a pas été identifié comme différent du clone Diva (tableau II).

Tableau I : Liste des clones admis sur le registre national français entre 2016 et 2019

Clone	Admission au registre national		Espèce	Sexe	Obtenteur	COV
	Type	Date				
Dano	Définitive	16/11/2012	<i>P. x canadensis</i>	M	3C2A	EU 29310
Rona	Définitive	16/11/2012	<i>P. x canadensis</i>	F	3C2A	EU 29311
Ludo	Définitive	15/05/2015	<i>P. x canadensis</i>	M	3C2A	EU 29309
Garo	Définitive	16/11/2012	<i>P. x canadensis</i>	F	3C2A	EU 29308

2. Domestication et conservation des ressources génétiques

Conservation des ressources génétiques du peuplier noir

En France, un programme national de conservation des ressources génétiques du Peuplier noir a été défini et mis en place par la commission des Ressources génétiques forestières (CRGF) en 1992 sous l'égide du ministère de l'agriculture et de l'alimentation : son objectif principal est de conserver les gènes fondateurs de la variabilité actuelle et de préserver au mieux les adaptations locales comme les mécanismes naturels qui la sous-tendent. Les avancées majeures de ce programme reprennent celles des deux articles des animateurs de ce programme national (Villar et Forestier, 2009, 2017).

Le point central de ce programme est d'évaluer le niveau de diversité génétique au sein de l'espèce et de rechercher une éventuelle structuration géographique selon les bassins hydrographiques. La diversité peut être estimée par des caractères adaptatifs (phénologie foliaire, résistance à des agents pathogènes...) en dispositifs de pépinière sur des plants de deux ans et dans des tests expérimentaux en forêt (à partir de boutures prélevées sur des arbres en milieu naturel) et par l'étude du polymorphisme de l'ADN.

Sur le plan génomique, de gros efforts de séquençage de génomes entiers de peuplier noir représentatifs de la diversité géographique française et européenne ainsi que des études d'expression de ces génomes (transcriptomes) ont permis de développer un très grand nombre de marqueurs SNP et des outils de génotypage haut-débit associés (Favre-Rampant et al. 2016). Ces ressources sont disponibles pour la communauté scientifique internationale en base de données mais aussi au travers du développement d'une puce SNP 50K multi-espèces (pin maritime, pin pignon, peuplier, frêne), 4TREE, développée par le consortium européen B4EST.

Sur le plan phénotypique, de nombreux caractères ont été étudiés ces dernières années, comme l'arrêt de croissance (Rohde et al., 2011), la surface foliaire et l'efficacité d'utilisation de l'eau (Chamaillard et al., 2011 ; Guet et al., 2015) sur diverses populations françaises et européennes. Ces études ont montré une faible différenciation inter-bassin et une forte diversité intra-bassin, variable selon les caractères observés. Enfin, la diversité peut être quantifiée à l'aide de marqueurs moléculaires neutres (marqueurs dont l'expression est indépendante des conditions du milieu). Une étude européenne a développé de nouveaux marqueurs de type SNP (single nucleotide polymorphism) impliquant 12 populations de l'Ouest européen. Ce travail a révélé une structuration géographique selon les bassins hydrographiques, avec notamment la barrière alpine qui a isolé les populations du sud de l'Europe (Favre Rampant et al., 2016 ; figure 2).

Concrètement, au niveau du programme français, cette étude a permis de conforter la sélection des deux unités conservatoires (UC) du grand bassin de Loire-Allier et de l'UC de la Drôme (bassin du Rhône). Elle a été déterminante pour la décision de créer une nouvelle UC en Haute-Savoie (réserve naturelle du delta de la Dranse), car cette dernière possède un patrimoine génétique unique combinant plusieurs fonds génétiques (figure 2).

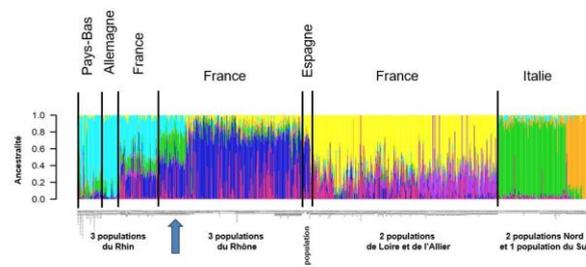


Figure 2

Programme de conservation *ex situ*

Une collection de copies végétatives de 2 000 individus représentant des origines géographiques diverses est actuellement conservée au pôle national des ressources génétiques forestières (PNRGF) de Guéméné-Penfao sous forme de pieds mères (arbres rajeunis par recépage annuel).

Des *populetum* régionaux sous forme de plantations d'arbres adultes ont été récemment installés (Seine, Ain, vallée du Rhône, Saône-et-Loire et notamment autour de ce pôle national). La collection de référence représentative de la diversité française (dénommée collection nationale) comprend actuellement 300 génotypes.

Programme de conservation *in situ*

La conservation *in situ* dynamique des ressources génétiques du Peuplier noir permettra de sauvegarder et de maintenir sur le long terme l'espèce et sa diversité. Le réseau des unités de conservation doit combiner une diversité génétique importante et une mosaïque de milieux reflétant les différentes étapes du cycle pionnier : peuplements adultes florifères, jeunes semis et zones en cours d'ouverture pour de futures colonisations.

Cette action est basée sur une collaboration initiale de l'INRAE avec le réseau des réserves naturelles nationales (RNN) de France et plus récemment avec d'autres partenaires de terrain (ONF, conservatoire d'espaces naturels, réseau des techniciens de rivière...). Une première série de cinq UC a été sélectionnée, validée par la CRGF et officialisée par la signature d'une charte de gestion par les gestionnaires des sites : trois le sont sur le bassin Loire-Allier, la quatrième sur la rivière Drôme, et la cinquième sur un torrent du bassin du Rhône en Haute-Savoie. Elles sont désormais inscrites au registre national ministériel des conservatoires *in situ*

http://portal.eufgis.org/EUFGIS/EUFGIS.php?@where=@1&country_name=France&target_species=Populus%20nigra&unit_type

L'Unité conservatoire PN-01 Mareau-Saint-Mesmin-en-Loire fait l'objet d'un suivi sur le long terme par des indicateurs génétiques, démographiques et écologiques dans le cadre du projet BioMareau (2012-2019 Dynamique de recolonisation de la biodiversité après travaux d'entretien du lit de la Loire, <https://www6.val-de-loire.inrae.fr/biomareau/>).

Actions de valorisation : homologation de six variétés de peuplier noir

Le territoire français est maintenant couvert par six variétés en mélange de clones (VMC) de Peuplier noir grâce à leur admission au registre national des matériels de base des essences forestières : Loire, Garonne, Rhin, Seine, Rhône-Méditerranée et Rhône-Saône (<https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-conseils-dutilisation-des-provenances-et-varietes-forestieres>).

Ces variétés comprennent un mélange de 25 clones par variété et sont diffusées (en mottes ou en plants racinés) par le réseau des pépiniéristes partenaires.

Des matériels génétiques adaptés aux conditions pédoclimatiques des différents bassins hydrographiques français sont donc désormais disponibles pour la réimplantation de ces populations dans le milieu naturel.

Pour en savoir plus

Marc Villar – INRAE, UMR INRAE-ONF BioForA, Orléans marc.villar@inrae.fr

Olivier Forestier – ONF, PNRGF Guémené Penfao olivier.forestier@onf.fr

Domestication : activités d'hybridation et de sélection en vue de création variétale

Les activités d'hybridation et de sélection en vue de création variétale pour une populiculture en futaie ou en taillis à courte rotation sont menées en France d'une part par les établissements 3C2A à Nérac (L. Poloni) et d'autre part par le GIS Peuplier qui rassemble les moyens et compétences d'INRAE et de FCBA avec le soutien du PNRGF de l'ONF depuis 2001.

Les établissements 3C2A ont poursuivi leurs efforts d'évaluation et de sélection de clones *P. x canadensis*, *P. trichocarpa* et *P. nigra*. Ce travail a fait l'objet de récentes demandes de protection et devrait conduire dans les prochaines années à des demandes d'homologation au registre national français.

Compte tenu de la diversité des conditions écologiques et sanitaires de la populiculture française, le GIS « Peuplier » a choisi d'exploiter essentiellement la variabilité génétique présente naturellement ou créée par hybridation au sein des quatre espèces *P. deltoides*, *P. trichocarpa*, *P. nigra* et *P. maximowiczii*. L'objectif est de contribuer à la diversification du matériel utilisé en populiculture pour assurer une forte résilience aux risques climatiques et biotiques pouvant affecter de façon majeure une foresterie clonale. Les efforts d'hybridation interspécifique permettant de valoriser

complémentarité entre caractères et supériorité hybride portent par ordre d'importance décroissante sur les hybrides euraméricains (*P. x canadensis* = *P. deltoides* x *P. nigra*), les hybrides interaméricains en rétrocroisements (*P. deltoides* x (*P. deltoides* x *P. trichocarpa*)), les hybrides *P. trichocarpa* x *P. maximowiczii*.

L'état des lieux 2020 du matériel végétal créé par le GIS Peuplier en vue de sortie variétale peut être résumé comme suit :

- **Hybrides de *P. deltoides* (DxD) :**

Quatre clones de *P. deltoides* ont été inscrits en 2013 au registre national et ont fait l'objet de diffusion auprès d'une quinzaine de pépiniéristes licenciés choisis par le GIS Peuplier, depuis le printemps 2012. Suite à un évènement récent de contournement de résistance à la rouille foliaire à *Mlp*, le clone Delrive a été retiré de la diffusion auprès des pépiniéristes licenciés qui tous ont été informés. Les 3 clones restants sont actuellement préconisés pour les stations populicoles des 2/3 Sud du pays, leur adaptation à des conditions plus septentrionales est en cours d'évaluation. Ces clones ont été également inclus dans un réseau de tests européen (Allemagne, Espagne, Belgique, Italie, Hongrie) où ils démontrent des performances tout à fait intéressantes après 5 ans de plantation en comparaison avec d'autres cultivars européens de différents types botaniques.

- **Hybrides euraméricains (*P. x canadensis*) :**

A partir de plus de 1700 clones issus de 41 familles biparentales créées entre 1999 et 2003, 26 clones euraméricains ont été sélectionnés en 2011, sur la base des données acquises en matière de sensibilité à la rouille foliaire et à *Marssonina brunnea*, vigueur, forme, infradensité du bois. Ils sont en cours d'évaluation plus approfondie en populetum sur plusieurs sites en France ainsi que pour leur sensibilité au chancre bactérien et au puceron lanigère. Une pré-sélection de trois clones a été réalisée en 2018 en vue de leur diffusion commerciale. Ces trois clones font l'objet d'une demande de protection auprès de l'OCVV et une demande d'inscription au registre national français sera faite début 2022.

- **Hybrides interaméricains entre les espèces *P. deltoides* et *P. trichocarpa* :**

A partir de 1130 clones issus d'hybridation de première génération entre *P. deltoides* et *P. trichocarpa* et de 1200 clones issus de rétrocroisements (*P. deltoides* x (*P. deltoides* x *P. trichocarpa*)), une trentaine de clones ont été pré-sélectionnés sur leur croissance et leur faible niveau de sensibilité et bon niveau de tolérance à la rouille foliaire. Leur performance en plantation fait l'objet d'une surveillance renforcée sur la durabilité de leur niveau de résistance à la rouille foliaire et la possible adaptation des souches de *Melampsora larici-populina* à ces résistances exaptées.

- **Hybrides *P. trichocarpa* x *P. maximowiczii* :**

A partir de 28 familles biparentales et plus de 1100 clones créés en 2015, 423 clones présélectionnés sur leurs performances en pépinière et leur sensibilité aux attaques naturelles de rouille foliaire font l'objet d'évaluation plus approfondie en test clonal en pépinière. Ils sont destinés à enrichir le portefeuille de variétés pour des conditions populicoles plus continentales de la moitié Nord de la France.

- **Clones *P. trichocarpa* et hybrides intraspécifiques :**

Une dizaine de clones issus de sélection au sein de la population de base de *P. trichocarpa* et de premiers croisements intraspécifiques réalisés en 1985 sont en cours d'évaluation approfondie en populetum afin de pouvoir disposer rapidement de variétés de *P. trichocarpa* plus performantes et plus diversifiées que les variétés utilisées aujourd'hui en France (Trichobel, Fritzi Pauley).

En parallèle de ces activités visant la sortie variétale, le GIS « Peuplier » a entrepris un programme de recombinaisons intraspécifiques *P. deltoides*, *P. trichocarpa* et *P. nigra* afin de renouveler sa population de géniteurs élites à des fins d'hybridation interspécifique. Des sélections au sein des descendances obtenues ont été réalisées sur la base de leur performances en pépinière et sur leur sensibilité à des attaques naturelles de rouille foliaire.

Afin de continuer à optimiser le processus de recombinaison-sélection, INRAE s'intéresse depuis plusieurs années au développement de la sélection génomique. Les premiers essais développés au sein de l'espèce peuplier noir avec près de 8000 marqueurs SNP couvrant les 19 chromosomes du peuplier sont encourageants pour plusieurs caractères tels que la croissance, la sensibilité aux ravageurs et différentes propriétés du bois. La précision des prédictions génétiques obtenues à l'aide de 8000 marqueurs permet d'explorer efficacement la diversité génétique intrafamille initiale créée et de mieux contrôler les niveaux d'apparentement entre candidats finaux à la sélection (Thèse de Marie Pégard 2018).

Pour en savoir plus

Catherine Bastien – INRAE, UMR INRAE-ONF BioForA, Orléans -GIS Peuplier catherine.bastien@inrae.fr

Alain Berthelot – FCBA/GIS Peuplier alain.berthelot@fcba.fr

3. Santé des végétaux, résilience face aux menaces et au changement climatique

Vision d'ensemble : dommages biotiques et abiotiques pendant la période 2016-2019

La France bénéficie d'un suivi sanitaire forestier, dont la populiculture fait partie intégrante.

La stratégie de surveillance possède différents indicateurs collectés sur le terrain par les 230 *Correspondants Observateurs* du Département de la Santé des Forêts.

Pour les peupleraies françaises, on dispose d'informations sur :

- la veille sanitaire et les différents incidents subis dans le cadre d'un diagnostic intégrant les aspects sylvicoles,
- un suivi spécifique des peupleraies basé sur un réseau de plantations multi-cultivars ou de *populetum*.
- la réussite des plantations de l'année.

Les principaux problèmes sanitaires impactant la santé des peupleraies ainsi que leurs indicateurs, dont la précision est fonction de l'intensité des suivis réalisés, sont résumés ci-après.

Les signalements dans la base de données du DSF, la veille sanitaire

Dans le cadre de la surveillance générale, ce sont plus de 150 observations qui sont réalisées annuellement. La surveillance menée en populiculture est intensive et relativement constante. On peut comparer et extraire les principaux problèmes affectant la peupleraie française en utilisant cette donnée.

Tableau n°1 : Réseau de surveillance DSF, Fiches Veille sanitaire, source base DSF.

Le tableau ci-dessous représente les 13 problèmes impactant la populiculture française. On remarque que le puceron lanigère du peuplier, les dépérissements et les rouilles sur peupliers continuent à faire partie des problèmes les plus signalés en peupleraie. Les différents incidents climatiques ressortent

aussi de façon systématique (vent, gel, sécheresse). Les atteintes par les xylophages des peupliers font partie des atteintes régulières et ne provoquent que des dommages concentrés sur certaines parcelles.

		Nombre de signalements			Indice d'attaque (*)			Evolution
		2008-2011	2012-2015	2016-2019	2008-2011	2012-2015	2016-2019	
1	Puceron lanigère du peuplier	140	164	115	24	20	17	diminution
2	Rouille du peuplier (indéterminée)	33	77	43	26	44	41	diminution
3	Dégât dû au vent	27	65	29	30	29	20	stabilisation
4	Dégât lié à la sécheresse	19	7	27	54	45	44	augmentation
5	Dégât dû au gel	18	34	26	39	8	44	stabilisation
6	Dépérissement (causes multiples)	81	36	22	41	49	41	diminution
7	Problème lié à la plantation	23	10	14	39	46	39	stabilisation
8	Castor			13			17	augmentation
9	Grande sésie	14	25	12	6	15	10	stabilisation
10	Grande saperde	12	15	5	21	17	24	diminution
11	Charançon de la patience	18	10	8	24	7	11	stabilisation
12	Bombyx disparate			9			45	augmentation
13	Dothichiza spp	17	7	9	41	46	37	stabilisation

(*): indice d'attaque(base 100)= % de tiges affectées*sévérité²

Le puceron lanigère : des dégâts en bruit de fond.

Le puceron lanigère continue à être un problème très signalé, néanmoins la diminution des cultivars sensibles (I214, Triplo, Dorskamp dans l'ouest) en proportion des surfaces contribue à cette baisse de sévérité. C'est sur la partie nord de la France que les dommages sont les plus significatifs. Les signalements traduisent des tentatives d'attaques sur des cultivars peu vulnérables.

La présence ponctuelle du puceron lanigère est constatée et identifiée sur les cultivars Polargo et I-45-51 en l'absence de dommage. Le cultivar Vesten reste indemne d'attaques même si des tests en laboratoire ont révélé une sensibilité significative.

Les peupleraies ayant préalablement résisté à une attaque, ne subissent généralement que peu de dommages. On peut noter que le cycle estival du puceron peut être bloqué par des épisodes caniculaires (plus fréquents et répétés depuis 2015).

Les rouilles des peupliers, la sélection et la diversification.

En France, les rouilles des peupliers cultivés sont causées par deux espèces de *Melampsora* : *M. larici-populina* et *M. allii-populina*. Même si ces deux espèces cohabitent sur notre territoire, *Melampsora allii-populina* est plutôt inféodée au Sud de la France et cette dernière n'engendre pas de dégât. Par contre, les rouilles foliaires causées par *Melampsora larici-populina* affectent régulièrement les peupliers interaméricains depuis le contournement des résistances à virulence 7 par *Melampsora larici-populina*, contournement signalé en France en 1994.

Les évolutions récentes indiquent une diminution de la sévérité des attaques de rouille en fin d'été. La modification du paysage populeux est sans doute pour beaucoup dans cette évolution. En effet, après les fortes attaques de rouille sur les peupliers interaméricains, les populeux se sont tournés vers des peupliers euraméricains peu sensibles à *Melampsora larici-populina*. La majorité des peupliers plantés sont des cultivars dont la résistance complète a déjà été contournée par les rouilles et dont la sensibilité à *Melampsora larici-populina* est connue et faible.

De plus, pour le choix des cultivars de leurs plantations, les populeux peuvent s'aider d'une liste de cultivars présentant des caractéristiques connues dans les conditions françaises, notamment sanitaires. Cette liste est établie par région et révisée tous les deux ans par le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (cf. liste régionalisée des cultivars de peuplier éligibles aux aides de l'Etat pour la culture en futaie : <https://agriculture.gouv.fr/materiels-forestiers-de-reproduction-arretes-regionaux-relatifs-aux-aides-de-letat-linvestissement>).

Pour l'instant, concernant les agents pathogènes fongiques, les rouilles dominent encore le paysage sanitaire national, mais *Marssonina brunnea* est également présent.

Des dépérissements... complexes.

Les dépérissements représentent un ensemble de signalements permanents sur la période, mais depuis 2012 leur nombre continue à diminuer.

Ces dépérissements concernent :

- Beaupré essentiellement. L'impact des rouilles affecte les arbres qui présentent corrélativement des mortalités de branches significatives et une masse foliaire très réduite. Les plantations avec ce cultivar deviennent de plus en plus rares.
- Autres cultivars euraméricains : A4A présente, dans de nombreux secteurs du Nord-Est, des dépérissements marqués dès la phase d'entrée en concurrence.

Impact de divers incidents climatiques.

Sur la dernière période, les **épisodes de sécheresse accompagnée de canicule** ont été fréquents. Mais les stations populicoles permettent aux arbres de passer cette période sans trop de conséquences défavorables.

Les problèmes liés à la sécheresse concernent essentiellement la reprise pour de jeunes plantations ou des stations populicoles limites. Ce facteur est souvent cité comme facteur déclenchant de dépérissement en présence de ravageurs (*Agrilus sp.*) ou de pathogène (*Dothichiza*) de faiblesse.

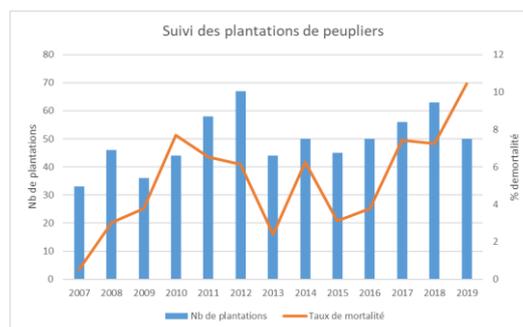
Les coups de vents en été, les dégâts liés à des gelées tardives au printemps constituent des facteurs dont la fréquence est relativement constante avec une forte variabilité interannuelle.

Xylophages, le charançon de la patience...

Le cortège d'insectes xylophages est large et reste bien appréhendé sur les peupliers. Les signalements les plus fréquents concernent la grande sésie (*Aegeria apiformis*), la grande saperde (*Saperda carcharias*) et le charançon de la patience (*Cryptorhynchus lapathi*). Ces xylophages ont un impact d'autant plus important dans les premières saisons de végétation que le peuplier subit une concurrence forte.

Des problèmes de reprises... pour les jeunes plantations.

Sur le dispositif de suivi de la « réussite des plantations de l'année », le taux annuel moyen de mortalité s'établit entre 2 et 4 % ce qui confirme la bonne technicité des itinéraires techniques. Néanmoins sur les 3 dernières saisons de végétation, le taux de mortalité en fin de première saison de végétation est en nette augmentation. Les effets des épisodes de sécheresse-canicule en lien avec des failles dans la mise en œuvre des techniques de plantations sont en cause. Des problèmes de reprises ont été constatés sur Soligo depuis 2011. Ce cultivar présente des réussites à l'installation inférieures aux autres cultivars, sa plantation étant plus délicate.



Source : Base de données plantations forestière - fin de première saison de végétation – DSF

Des problèmes émergents :

- **Castor (*Castor fiber*)** : les dégâts liés à la consommation bois plus écorce sont en nette augmentation. Cette espèce protégée pose de véritables problèmes dans diverses peupleraies situées à proximité d'un cours d'eau ou en situation inondable, sur toutes les parties du territoire national. La remise en cause du caractère populicole est un constat amer de certains propriétaires. Voir ci-après le paragraphe 4.1.b
- **La crénelée (*Gluphisia crenata*)**, est un lépidoptère défoliateur qui a provoqué des défoliations totales pendant 3 saisons de végétations sur un petit secteur forestier de la Marne. Le caractère durable de la gradation rend le ravageur impactant. Les peupleraies affectées ont fait l'objet d'un traitement.

- **Une gradation de bombyx disparate** (*Lymantria dispar*) est en cours au niveau national. Ce défoliateur polyphage est souvent plus inféodé aux chênaies, mais les peupleraies sont également très sensibles. Les gradations perdurent habituellement 2 ans en attendant un retour à la normale. Diverses peupleraies ont été affectées en 2019 par des défoliations totales en début d'été, il est probable que la situation se renouvelle.

Concernant les menaces qui pèsent sur les peupleraies, les **rouilles** et en particulier *Melampsora medusae* sont identifiées et font l'objet d'une surveillance spécifique dans le Sud-Ouest de la France. Le capricorne asiatique représente une menace sur la populiculture. Pour l'instant, la surveillance continue de nos peupleraies prend en compte ce ravageur mais aucune détection n'est effectuée.

Le chancre septorien (*Sphaerulina musiva*) est un pathogène largement présent en Amérique du Nord. Absent en Europe il est classé organisme de quarantaine. La menace est connue pour la populiculture française et ce pathogène fait l'objet d'une surveillance spécifique.

L'arrivée d'organismes émergents ou invasifs constitue une menace constante et pourrait modifier le contexte épidémiologique de la peupleraie française. Dans ce contexte, le maintien d'une surveillance attentive de nos cultivars est bien intégré par les populteurs et les organismes attachés à la recherche et au développement.

Pour en savoir plus :

Olivier Baubet - Département de la santé des forêts - Ministère de l'agriculture et de l'alimentation
olivier.baubet@agriculture.gouv.fr

Bénédicte Fabre (INRAE UMR IAM) pour les rouilles benedicte.fabre@inrae.fr

Travaux de recherches conduits sur le puceron lanigère

Les travaux entamés par le Laboratoire de biologie des ligneux et des grandes cultures (LBLGC – Université d'Orléans) sur la biologie de l'insecte et ses interactions avec le peuplier se sont poursuivis sur la période 2016-2019.

L'analyse de la dynamique d'apparition des pullulations en France sur la période 1996 - 2015, combinée à une étude des besoins thermiques de l'insecte a permis de mettre en évidence le rôle du réchauffement climatique dans l'extension des pullulations vers le Nord en France. Le réchauffement climatique ne permet toutefois pas d'expliquer complètement la progression spatiale des pullulations et suggère que la plantation sur de vastes surfaces de cultivars sensibles (notamment I-214) a pu aussi contribuer ou favoriser la propagation des dégâts (Pointeau *et al. in prep.*).

En termes d'interactions avec le peuplier, des travaux menés dans des peupleraies infestées ont confirmé que les pullulations affectaient les réserves en composés carbonés et azotés de l'écorce des peupliers, la réduction de ces réserves, notamment celles en amidon, étant d'autant plus forte que les infestations sur les arbres sont longues et/ou importantes en termes de recouvrement de tronc (Sallé *et al.* 2017 ; 2018). Cette réduction des teneurs en amidon, détectable dès l'année de pullulation, est fortement corrélée avec le niveau de dégâts observés l'année suivante (perte de houppier fonctionnel, perte d'accroissement et mortalité) ce qui suggère (i) que l'épuisement des réserves pourrait être le mécanisme par lequel le puceron entraîne la mort des arbres et (ii) que le dosage de ces réserves en automne pourrait avoir un caractère prédictif par rapport au niveau de dégât l'année suivante. Enfin des variations constitutives en termes de réserves entre peuplements d'un même cultivar pourraient expliquer pourquoi, à pullulation équivalente, certains peuplements tolèrent davantage les pullulations. Ces variations constitutives pourraient découler de la vitesse de croissance des arbres : dans les bonnes stations, la croissance rapide des arbres entraînerait une mise en réserve réduite. Des travaux plus poussés seraient toutefois nécessaires pour valider cette hypothèse.

Des travaux ont aussi été entrepris en collaboration avec l'Université d'Amiens (Edysan) afin d'étudier les interactions moléculaires entre l'insecte et le peuplier (Portillo Lemus *et al.* 2019). Une analyse du transcriptome salivaire de l'insecte a permis d'identifier des molécules effectrices potentiellement impliquées dans le succès de l'installation de l'insecte sur des cultivars sensibles, en inhibant les mécanismes de signalisation de contrainte biotique et de défense de la plante. Ce travail a aussi permis d'identifier des voies métaboliques du peuplier, notamment celles de l'auxine et des cytokinines, affectées chez les cultivars sensibles (I-214) mais pas chez les résistants (Koster). Ce travail ouvre de nouvelles possibilités (i) d'identification précoce des cultivars sensibles et (ii) d'identification de gènes de sensibilité / résistance chez le peuplier.

Les signalements de pullulations sont actuellement moins fréquents, ce qui pourrait être attribué à une modification du paysage populeux et à la raréfaction des cultivars sensibles et possiblement aussi à des conditions climatiques défavorables.

Pour en savoir plus :

Aurélien Sallé – Université d'Orléans – LBLGC aurelien.salle@univ-orleans.fr

Effet des modifications climatiques sur la populiculture

Le peuplier, du fait de la place qu'il occupe en vallées le long des fleuves et des cours d'eau, n'est pas l'essence forestière la plus exposée aux risques dus au changement climatique. Cependant depuis 2016, des effets du changement climatique sont perceptibles sur les conditions de production du peuplier en France.

Parmi ces effets, un effet positif sur la croissance, avec des croissances exceptionnelles qui ont pu être observées grâce aux fortes chaleurs, dans des conditions où les besoins en eau sont pourvus. En revanche, sur stations limites, la production a pu être freinée.

Plus globalement, l'allongement automnal de la saison de végétation pourrait constituer un point positif avec une croissance plus soutenue.

Un des enjeux reste la réussite des plantations. Le sujet le plus sensible est la période de plantation : elle ne doit pas être trop tardive pour que le plançon ait le temps de s'installer, mais elle est possible plus tardivement *via* un itinéraire technique plus précis (plants stockés au froid, implantation de qualité, maîtrise des herbacées sur les premières saisons).

En revanche les températures caniculaires pourraient rendre les reprises plus compliquées, et l'aire d'activité de certains ravageurs ou pathogènes pourrait être modifiée.

Les hivers et printemps particulièrement pluvieux des dernières années ont induit des difficultés importantes sur le déroulement des plantations, par des excès d'eau limitant l'accès aux parcelles.

Par exemple, au printemps 2018, les inondations de longues durées n'ont pas permis de réaliser toutes les plantations prévues dans les Hauts de France et dans la région Grand-Est. Environ 40 000 plants n'ont pas pu être plantés et ont donc été détruits.

La longue période de sécheresse durant l'été 2019, suivie d'un épisode pluvieux conséquent n'a pas permis d'effectuer les travaux de préparation des sols avant plantation. De plus, cette période de sécheresse prolongée a provoqué des mortalités tardives malgré une très bonne reprise au printemps. Des plantations ont ainsi été reportées d'une année sur l'autre.

Par ailleurs, en pépinière, l'aoûtement et la chute des feuilles semblent de plus en plus tardifs en fin de saison, retardant d'autant la préparation des plants et réduisant de fait la durée de la campagne de plantation. Cette réduction de la période de plantation est accentuée en cas d'hiver doux avec débourrement précoce.

Ces effets indirects perturbent les conditions de plantation et donc le rythme des plantations dans un contexte de redémarrage des plantations en France.

Ce constat sur les plantations devrait inciter les pépiniéristes et les planteurs à engager une réflexion sur l'optimisation des plantations : mécanisation de la plantation pour accroître le nombre de plants plantés par jour, conservation des plants avant plantation pour prolonger la durée de plantation après le débourrement.

En pratique, plusieurs adaptations relatives aux plantations sont envisageables :

- Les travaux de préparation des sols pourraient être réalisés plus tôt en saison avant l'arrivée de l'épisode pluvieux automnal.
- Les cultivars avec débourrement précoce seraient plantés en priorité.
- Pour tous les cultivars un stockage en chambre froide permettrait de prolonger la période de plantation, mais il reste à étudier les avantages et les risques d'un stockage au froid à température positive et négative.

Outre les plantations, les hivers particulièrement pluvieux dans la période 2016-2019 ont aussi fortement perturbé les conditions d'exploitation et entraîné d'une part des difficultés d'approvisionnement des usines en grumes et, d'autre part, des dégâts sur les sols quand les exploitations ont été menées malgré les excès d'eau rencontrés sur les parcelles. Ce constat sur la récurrence de conditions d'exploitation hivernales difficiles devrait inciter les exploitants et les industriels à engager une réflexion pour limiter les ruptures d'approvisionnement et les dégâts d'exploitation qui portent atteinte à l'image du peuplier. L'utilisation de matériel d'exploitation moins impactant pour les sols rendus humides après de fortes précipitations, mais aussi le stockage hivernal de grumes seraient des solutions à envisager sérieusement pour faire face aux futurs aléas climatiques.

Le paysage populicole français continue sa mutation, la diversification des cultivars choisis en plantation se poursuit. Cette réussite est issue d'un travail constant de la recherche (sélection variétale) et du développement (réseau d'essais, information des populteurs et des gestionnaires). Les itinéraires techniques sont construits et structurés ; ils permettent une bonne réussite des plantations, même si les derniers à-coups climatiques estivaux peuvent constituer une source plus forte de fragilisation en phase d'installation.

Pour en savoir plus :

Eric Paillassa – CNPF IDF eric.paillassa@cnpf.fr

Réponses des arbres à des contraintes mécaniques exercées par le vent : mécanismes d'adaptation des arbres, effets sur la qualité du bois

Au même titre que l'accès à l'eau ou la température, le vent est un facteur environnemental majeur qui contribue fortement aux stress quotidiens que subissent les arbres.

L'une des caractéristiques importantes du vent est son caractère particulièrement fluctuant, tant au niveau spatial ; avec des régions plus ou moins exposées, que temporel ; avec des vents quotidiens modérés ou des événements heureusement plus rares que sont les tempêtes comme celles qu'a connu la France lors des dernières décennies.

L'équipe MECA de l'UMR PIAF_INRAE_ Université Clermont-Auvergne est une équipe interdisciplinaire de biomécanique intégrative associant des biomécaniciens, des écophysiologistes et des physiologistes moléculaires. Elle analyse les réponses des arbres au vent et à la gravité autour d'une grande question générique : « comment les arbres font-ils pour tenir debout longtemps et déployer leur architecture dans un environnement mécanique si fluctuant ? »

Face au vent, les arbres ont développé deux grandes stratégies :

- l'acclimatation thigmomorphogénétique, c'est-à-dire l'ajustement des processus de croissance primaire (croissance en hauteur) et secondaire (croissance en diamètre), qui leur confère une résistance accrue face aux événements extrêmes,

- la résilience, processus qui permet à un arbre qui aurait été incliné par un vent violent, de retrouver progressivement sa verticalité.

Les changements globaux vont considérablement modifier les régimes venteux : les prévisions actuelles semblent indiquer que les vents quotidiens seront de plus faibles intensités alors que les fréquences des tempêtes dites « centenales » risquent d'augmenter pour arriver à l'échelle de la décennie. Dans ce contexte, la question des mécanismes permettant l'acclimatation et la résilience au vent est devenue cruciale.

Les forestiers et populteurs posent donc deux grandes questions pour l'avenir : d'une part, quels sont les processus et leurs acteurs physiques et génétiques qui confèrent à un arbre ses capacités d'acclimatation et de résilience et d'autre part quels sont les impacts des actions sylvicoles sur ces processus qui permettent la stabilité à long terme des individus. L'objectif finalisé est donc de fournir les outils aux sélectionneurs afin de choisir les géotypes les plus appropriés pour faire face aux conditions climatiques des années à venir tout en gardant les objectifs de production en volume et de qualité du bois.

Les recherches de l'équipe MECA, essentiellement menées sur le peuplier, essence d'intérêt économique évident et pour laquelle les chercheurs disposent d'une palette d'outils moléculaires inégalée dans le monde de la foresterie, montrent que pour l'acclimatation au vent :

- Les déformations mécaniques induites par le vent modifient considérablement les croissances primaires et secondaires des organes, à commencer par la tige et le système racinaire. En particulier, en créant un puit de carbone important, la croissance secondaire s'ajuste afin de conférer à la tige un diamètre suffisant pour lui conférer une résistance mécanique face au vent. Ainsi, les arbres exposés voient-ils leur tronc surdimensionné en diamètre par rapport à des arbres abrités. Et ce processus persiste même en cas de stress hydrique, connu pour limiter la croissance. Cette croissance radiale est locale et se traduit par des troncs dont la section s'ovalise dans les régions où les vents s'avèrent très directionnels (bords de mer, vallée du Rhône...); posant des problèmes industriels liés aux techniques de transformation telles que le déroulage. Des premiers résultats indiquent une liste d'acteurs moléculaires impliqués dans ces processus.
- La formation du bois des peupliers soumis aux stress du vent est aussi impactée en terme de qualité. L'arbre ajuste la structure anatomique même du bois, lui conférant ainsi des propriétés mécaniques permettant de mieux faire face au vent. Ces propriétés ont été caractérisées et semblent indiquer que le bois ainsi formé a des propriétés technologiques spécifiques. De façon intéressante, nous avons montré que ces bénéfiques adaptatifs mécaniques n'affectent pas les performances hydrauliques, c'est-à-dire la capacité à transporter l'eau des racines aux feuilles ou la résistance à la sécheresse. Ceci laisse supposer qu'il sera possible de trouver des géotypes qui allient performances mécaniques et hydrauliques. Ici encore des acteurs moléculaires, spécifiques de la formation du bois, ont pu être identifiés.

Pour la résilience, l'équipe MECA a montré que le contrôle postural, qui définit la forme finale d'une tige, est la combinaison de trois processus que sont le gravitropisme, le phototropisme et la proprioception.

Ce dernier processus identifié est la capacité d'une tige à percevoir sa propre rectitude. C'est donc un processus majeur qui explique comment, malgré les fluctuations des contraintes mécaniques, les tiges sont globalement rectilignes. Il semble maintenant établi que tous les géotypes n'ont pas les mêmes aptitudes à se redresser et à générer des troncs rectilignes.

Ces processus impliquent des recherches intégratives allant des mécanismes de perception des stress à l'échelle cellulaire jusqu'à la réponse physiologique de l'arbre. Si les études sur peuplier de l'équipe MECA ont permis d'identifier l'essentiel des processus qui permettent aux arbres de se développer et de se maintenir droits ; il n'en reste pas moins que de nouvelles investigations sont nécessaires afin

d'étudier la variabilité inter-clonale et interspécifique et de la mettre en relation avec les acteurs génétiques en jeu qui permettront de donner les clefs de sélection aux professionnels de la filière.

Pour en savoir plus :

Eric BADEL - UCA, INRAE, PIAF, Clermont-Ferrand, France eric.badel@inrae.fr

Avancement des travaux sur la tolérance à la sécheresse

La tolérance à la sécheresse est un caractère complexe dont les déterminants sont variables et dépendants du contexte {intensité × durée} de la contrainte. Dans des contextes de sécheresse modérée, la tolérance est généralement vue comme la capacité à limiter la chute de production de biomasse. Dans des contextes de sécheresse plus sévères, la tolérance est généralement vue comme la capacité de survie et de résilience post-contrainte ; dans ce contexte, la résistance à la cavitation (c'est à dire la capacité à conserver l'intégrité de l'appareil vasculaire conducteur de sève brute) a été identifiée comme un caractère clé.

Variabilité de la résistance à la cavitation

Bien que les peupliers fassent partie des espèces ligneuses les plus sensibles à la sécheresse et à la cavitation, il existe néanmoins une diversité non négligeable pour la résistance à la cavitation, que ce soit à l'échelle interspécifique ou infra-spécifique (entre populations, entre génotypes, entre cultivars hybrides, etc...) qui pourrait potentiellement être exploitée en amélioration (Fichot *et al.* 2015). L'hybridation interspécifique pourrait être notamment un moyen d'augmenter la variabilité pour ce caractère d'intérêt (Fichot *et al.* 2015). Les efforts de phénotypage pour la résistance à la cavitation, déjà initiés par le passé, sont poursuivis dans le cadre du projet 2E-BioPop (« Itinéraires éco-efficients pour une production de biomasse de qualité en taillis à courtes et très courtes rotations », Région Centre-Val de Loire 2018-2020). Une quarantaine de variétés *Populus deltoides* × *Populus nigra* issues du GIS peuplier, non homologuées, plus ou moins apparentées, est en cours de caractérisation dans deux plantations expérimentales installées dans le Loiret (Saint Cyr en Val) et en Côte d'Or (Echigey). Ces travaux permettront d'évaluer la variabilité existante entre variétés ainsi que la plasticité de réponse entre sites contrastés pour leur niveau de disponibilité en eau et leur fertilité. D'autres caractères d'intérêt sont également évalués dans le cadre du projet comme la productivité, l'efficacité d'utilisation de l'eau (*cf.* ci-dessous), et la composition de biomasse ligno-cellulosique. L'objectif final appliqué est de fournir une liste de cultivars adaptés à des itinéraires sylvicoles spécifiques et aux futures exigences climatiques.

Efficiences d'utilisation de l'eau

L'efficacité d'utilisation de l'eau représente, de façon générale, le coût en eau de la fixation de carbone. Ce caractère, variable entre génotypes (voir par ex. Monclus *et al.* 2006, Toillon *et al.* 2013), peut être vu comme un levier permettant d'optimiser les plantations en termes d'impact sur la réserve en eau vis-à-vis de la production de biomasse. L'efficacité d'utilisation de l'eau peut par ailleurs être une composante de la tolérance à la sécheresse dans des contextes de sécheresse modérée. Les efforts de phénotypage pour l'efficacité d'utilisation de l'eau, déjà initiés par le passé, sont également poursuivis dans le cadre du projet 2E-BioPop (« Itinéraires éco-efficients pour une production de biomasse de qualité en taillis à courtes et très courtes rotations », Région Centre-Val de Loire 2018-2020). La même quarantaine de variétés que celles caractérisées pour la vulnérabilité à la cavitation (*cf.* ci-dessus) est également suivie pour l'efficacité d'utilisation de l'eau, à la fois en taillis à courtes et très courtes rotations. Ces données viendront alimenter un historique de données déjà existant sur ces plantations obtenues dans le cadre du projet SYLVABIOM et permettront d'évaluer l'évolution temporelle de l'efficacité d'utilisation de l'eau pour ce type de système de production, ainsi que la stabilité des classements des variétés dans le temps.

Modulation de la réponse à la sécheresse par le statut nutritif

En marge de la disponibilité en eau, la disponibilité en nutriments constitue le deuxième facteur limitant la production de biomasse des plantes. Beaucoup de travaux ont été réalisés sur la tolérance

à la sécheresse, mais ce n'est qu'assez récemment que les effets du statut nutritif sur la réponse à la sécheresse chez les arbres ont été questionnés (Gessler et al. 2017). L'impact du statut nutritif sur la réponse à la sécheresse a été abordé dans le cadre de la thèse de doctorat de L. Bouyer (Université d'Orléans, 2015-2019). Des expériences en milieu contrôlé en serre, sur deux géotypes hybrides de peuplier (*P. deltoides* × *P. nigra* cv. Koster et *P. trichocarpa* × *P. maximowiczii* cv. Skado) ont montré que la fertilisation azotée augmentait la vulnérabilité à la cavitation, sans pour autant modifier la dynamique de mortalité dans des conditions de sécheresse létale, d'autres mécanismes d'ajustement comme une chute plus précoce des feuilles permettant de compenser la vulnérabilité accrue. La fertilisation azotée semble également diminuer la mise en réserves des composés glucidiques dans des contextes de sécheresse modérée, notamment chez les cultivars présentant une croissance juvénile plus forte, ce qui pourrait diminuer leurs capacités de résilience post-stress. Des expériences en pépinière sur les deux premières années de plantation ont montré, chez quatre cultivars de peuplier (*P. deltoides* × *P. nigra* cv. Koster, *P. trichocarpa* × *P. maximowiczii* cv. Skado, *P. deltoides* cv. Dellinois et *P. nigra* cv. Jean Pourtet) qu'une fertilisation complète NPK permettait d'améliorer la croissance dans des conditions de sécheresse modérée, grâce notamment à une augmentation de l'efficacité d'utilisation de l'eau. La poursuite de l'étude dans les années qui viennent permettra d'évaluer si ces patrons sont maintenus ou si au contraire, la fertilisation peut avoir un effet prédisposant sur le long terme.

Pour en savoir plus :

Régis Fichot - Université d'Orléans regis.fichot@univ-orleans.fr

Mécanismes de réponse des peupliers aux sécheresses extrêmes

Les modèles climatiques prévoient une augmentation de l'intensité et de la fréquence des sécheresses extrêmes, mais on connaît mal les réponses des arbres, et en particulier du peuplier à ces événements extrêmes. La sureté hydraulique de l'arbre est déterminante dans ces réponses. La sève circule sous tension dans le xylème, et sous la menace d'un risque de cavitation (vaporisation de la sève) lorsqu'une sécheresse exacerbe ces tensions. Ce phénomène conduit à une perte de conductance du xylème (embolie) qui, si elle est trop élevée, stoppe l'alimentation en eau des organes. L'équipe UCA-INRAE avait expérimentalement démontré sur des peupliers cultivés en pot que la mortalité induite par sécheresse est associée à un haut niveau d'embolie. La littérature tend aussi à privilégier l'hypothèse de la défaillance hydraulique pour expliquer les mortalités observées *in natura* suite à une sécheresse intense.

Depuis quelques années, les recherches portent sur la vulnérabilité du xylème à l'embolie (VE). Il est maintenant admis que c'est un trait majeur de la résistance à la sécheresse, et que le peuplier est une espèce particulièrement vulnérable à l'embolie. Il existe une variabilité importante pour ce trait chez le peuplier, selon les géotypes ou selon les conditions environnementales dans lesquelles il croit. Une synthèse de ces travaux a fait l'objet d'une revue (Fichot *et al.*, 2015). Depuis, l'équipe UCA-INRAE a entrepris une démarche de biologie intégrative sur ce trait chez le peuplier. Elle a d'abord consolidé les mesures. Puis elle a concentré les efforts sur la recherche des déterminants physiques, structuraux et génétiques de la vulnérabilité à l'embolie, notamment en utilisant des lignées de peupliers transgéniques modifiées pour leur métabolisme pariétal (Herbette *et al.*, 2015 ; Gleason *et al.*, 2016 ; Allario *et al.*, 2018).

La sureté hydraulique en situation de sécheresse dépend aussi de plusieurs autres traits. Au cours de cette période 2016-2019, cette équipe a développé un modèle de fonctionnement hydraulique afin de faire progresser les connaissances sur le rôle fonctionnel des différents traits de sûreté hydraulique (Martin St-Paul *et al.*, 2017). Ce modèle, nommé « SurEau », est un modèle mécaniste de dynamique d'induction de la cavitation en condition de stress hydrique. Les premières simulations de SurEau ont mis en évidence le rôle clé des pertes en eau cuticulaires et sa dépendance à la température dans la dynamique de cavitation (Duursma *et al.*, 2018; Cochard, 2019).

Dans les années à venir, l'équipe UCA-INRAE tachera d'évaluer la contribution respective des différents traits de sûreté hydraulique dans la résistance aux sécheresses extrêmes du peuplier, ainsi que chez d'autres ligneux. La faible marge de sécurité hydraulique observée menace la survie des arbres (Choat

et al., 2012) et elle interroge donc sur sa variation au fur et à mesure des changements climatiques à venir. Cela implique d'analyser la variabilité intra-spécifique des traits hydrauliques clés qui contribueraient à l'adaptation et/ou l'acclimatation des peupliers, pour conserver cette marge de sécurité dans un contexte environnemental plus sec. En concentrant les travaux sur la variabilité de ces traits, et en particulier la plasticité environnementale, on peut espérer pouvoir prédire la capacité des peupliers à moduler leur marge de sureté hydraulique.

Pour en savoir plus :

Stéphane Herbette (UCA) et Hervé Cochard (INRA) - UCA, INRAE, PIAF, Clermont-Ferrand, France

stephane.herbette@uca.fr herve.cochard@inrae.fr

4. Durabilité s'agissant des moyens d'existence, de l'utilisation des terres, des produits et de la bioénergie

4-1. Nouveaux savoirs, méthodes, technologies... pour la culture, y compris production, conservation...

a) Pratiques de pépinières

Réseau des diffuseurs et producteurs de plants

La production annuelle des 800 000 plants (2018) ou 900 000 plants (2019) est assurée par un réseau d'environ 80 pépiniéristes répartis dans les différentes régions populières. La pépinière la plus importante produit environ 300 000 plants par an.

La plupart des pépiniéristes sont également des entrepreneurs de travaux forestiers réalisant des prestations de plantation et d'entretien.

Evolution de l'usage du matériel génétique

Sur la période 2016-2018 la part de marché des cultivars vendus sous licence avec paiement de royalties est passée de 66,5 % à 68,3 %. Ceci montre tout l'intérêt que portent les populteurs aux performances des nouveaux cultivars proposés au moment de choisir ceux qui sont les mieux adaptés à leurs conditions de station.

L'organisation de la diffusion du matériel génétique ne permet pas à tous les pépiniéristes d'accéder à tous les cultivars admis à la commercialisation. En 2018, les deux diffuseurs majeurs représentent à eux seuls 63,6 % du marché (60 % en 2016), et ils pratiquent une diffusion « fermée » voire exclusive. Ceci pénalise le potentiel de développement des pépiniéristes en réduisant leurs possibilités de fournir une offre diversifiée à leurs clients. L'arrivée de nouveaux cultivars devrait permettre aux pépiniéristes de diversifier leur offre.

Modes de production

Deux techniques de production des plançons sont utilisées en France.

- A partir d'une bouture plantée au printemps, à l'issue de la deuxième année de croissance on obtient un plant de 5 à 6 mètres de long.
- A partir de souches mères. A l'issue de la deuxième année on obtient un plant chaque année pendant 6 ans au maximum.

Chaque pépiniériste adapte ses itinéraires culturels en fonction du matériel dont il dispose.

Depuis 2 ans le contrôle des cicadelles en pépinières est devenu très difficile suite au retrait des matières actives efficaces contre ce prédateur.

Adaptations possibles au changement climatique

La fenêtre hivernale réduite, entre décembre et mi-mars, ne suffit souvent pas à réaliser tous les reboisements. Les terrains à planter en peuplier sont, en outre, bien souvent inondés ou trop mouilleux pour être accessibles sur ce créneau limité.

Aussi, la conservation de plançons en chambre froide est-elle une pratique traditionnelle qui permet de planter des plants non débouffés durant le printemps.

Depuis plusieurs années, une pépinière maintient, à partir de début mars, les plançons à une température négative de -2°C dans sa chambre froide, et non à $+2$ ou $+4^{\circ}\text{C}$ comme il se pratique usuellement. D'après certains, cet abaissement de quelques degrés pourrait améliorer les qualités de reprise. Pour d'autres, cette pratique permet simplement de maintenir artificiellement le plan en dormance et de préserver ainsi toutes ses qualités naturelles de reprise.

Améliorations sur la mise en culture

Par ailleurs, la profession a identifié la nécessité d'améliorer la mise en culture en anticipant mieux. Ainsi, depuis 2018, la publication de la liste des clones de peuplier éligibles aux aides de l'état français pour la culture en futaie a été avancée en début d'année.

Certains populiculteurs ou gestionnaires ont tendance à réaliser leurs commandes de plants tardivement dans la saison de plantation. Mais ces toutes dernières années, une part de ces demandes tardives n'a pas pu être satisfaite compte tenu de la demande croissante et des plantations ont dû ainsi être différées. On peut espérer que ce phénomène aboutira à une meilleure anticipation des commandes, ce qui permettrait de fluidifier le fonctionnement du marché et des plantations.

Récents problèmes de reprise en plantation

On a constaté des mauvaises reprises en plantation, pour certains cultivars (Soligo, en particulier), en l'absence de faute technique avérée. Pour tenter d'expliquer le phénomène, le GIS Peuplier a conduit une expérimentation comparant 3 cultivars, 2 modes de conservation des plançons et 6 dates de plantation (Berthelot *et al.*, 2016). Aucun effet clonal n'a pu être mis en évidence, mais l'importance d'une plantation précoce et l'intérêt de la conservation des plançons en chambre froide ont pu être à nouveau démontrés. Le phénomène de mauvaise reprise, constaté pour certains clones, n'est donc toujours pas expliqué, même si on soupçonne des phénomènes de mauvaises mises en réserve à l'automne, pour ces clones à long cycle de végétation.

Pour en savoir plus :

Eric Paillassa – CNPF IDF eric.paillassa@cnpf.fr

Gabriel Chazallon – CNP gabriel.chazallon@gmail.com

Froid négatif : Etienne Montagne – AFB etienne.montagne@alliancefb.fr

Récents difficultés de reprise : Alain Berthelot – FCBA/GIS Peuplier alain.berthelot@fcba.fr

b) Forêts plantées

Brève analyse des statistiques des plantations, prospective sur la ressource française en bois de peuplier

Ces dernières années et malgré des aléas climatiques, les plantations sont globalement en hausse après avoir atteint un niveau historiquement faible en 2014-2015 (530 000 plants), et atteignent 780 000 à 800 000 plants pour les années 2016-2018 et plus 910 000 pour la saison 2018-2019.

Après de nombreuses années de diminution du nombre de plants mis en terre, cette récente amélioration est positive en premier lieu pour les pépiniéristes ainsi que le secteur de la recherche. Cette amélioration est en grande partie liée de façon mécanique à l'augmentation des surfaces récoltées.

Liste des 10 cultivars les plus plantés en France pour la saison 2018-2019

Rang 2017-2018	Rang 2018-2019	Clones commercialisés sur le territoire français (hors boutures destinés aux TCR)	Ventes en France 2018-2019	Part en % des ventes 2018-2019	Rappel ventes en France 2017-2018	Variation 2017/2018 - 2018/2019
1	1	Koster	190 738	20,9%	164 198	+16%
2	2	I 45 - 51	98 928	10,8%	97 343	+2%
3	3	Trichobel	77 248	8,5%	71 127	+9%
7	4	Tucano	74 753	8,2%	31 600	+137%
4	5	Diva	67 590	7,4%	58 160	+16%
5	6	Polargo	53 577	5,9%	52 700	+2%
10	7	Rona	45 936	5,0%	28 186	+63%
6	8	I 214	40 969	4,5%	37 107	+10%
8	9	Albelo	37 611	4,1%	31 528	+19%
11	10	Dano	26 027	2,9%	20 439	+27%

Ces dix cultivars représentent 713 577 plants sur 912 559 (soit 78 % du total)

Le rapport précédent (2012-2016) citait la réalisation par le Conseil national du peuplier, à l'initiative de l'Union des industries du panneau contreplaqué (UIPC), d'une étude prospective sur la ressource française en bois de peuplier. Celle-ci a effectivement été publiée en mars 2016. Elle s'appuyait sur les données disponibles à l'époque c'est-à-dire 2015 pour les replantations et 2014 pour la récolte de bois.

Depuis, les premiers signes de tensions sur les approvisionnements sont effectivement apparus. Les dernières informations orientent vers une consommation française s'accroissant encore d'environ 400 000 m³ consécutivement aux projets de plusieurs industriels. Une mise à jour urgente et objective des données quantifiées présentées dans les chapitres V et VI de l'étude était indispensable.

Réalisée en deux temps grâce à un cofinancement de France Bois Forêt (FBF) et du CODIFAB, la mise à jour définitive a été publiée en octobre 2019 et est disponible à cette adresse :

<https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/securisation-des-approvisionnements-en-peuplier-1633>

La surface populicole française est maintenant évaluée à 200 000 ha (212 000 ha en 2015-2016). En vingt-deux ans, le manque de reboisement des peupleraies exploitées représente une perte d'au moins 42 000 ha.

Même si certains facteurs structurels sont en jeu, une part de ce recul est liée essentiellement à des facteurs économiques (notamment prix des bois, disparition des aides) et réglementaires.

Parallèlement, le besoin en bois d'œuvre de peuplier dans les années à venir est estimée au minimum comme stable à 1,3 Mm³/an en moyenne, et probablement en hausse à plus de 1,5 Mm³/an voire 1,8 Mm³/an.

Les tensions résultantes sur l'approvisionnement des industriels français s'insèrent également dans un contexte européen notamment avec nos voisins italiens et espagnols.

Pour en savoir plus :

<https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/securisation-des-approvisionnements-en-peuplier-1633>

Emmanuel Naudin – CNP mercilepeuplier@gmail.com

Les actions d'appui au reboisement

En 2016-2019, le Conseil National du Peuplier a poursuivi les actions d'incitation au reboisement. Son outil majeur est la charte *Merci le Peuplier*, initiée localement en 2011 puis mise en place au niveau national en 2014.

A fin 2019, cette charte a aidé à reboiser 570 000 plants soit environ 3 100 ha. Cela correspond à une aide de 1.4 M € entièrement financée par les entreprises françaises.

La charte *Merci le Peuplier* contribue à sensibiliser de nombreux décideurs. Dans plusieurs régions françaises, des aides au peuplier sont en place :

- En Nouvelle-Aquitaine : aides du Conseil régional ;

- Sur de nombreuses communes des régions Centre-Val-de Loire et Pays de la Loire : action « du Peuplier pour l’Avenir » lancée par le CRPF Centre Val de Loire avec des crédits d’Etat (Fonds stratégique de la forêt et du bois). L’aide concerne uniquement le reboisement, par abondement à *Merci le Peuplier*. En place depuis début 2018.
- Dans le Grand-Est : aides du Conseil régional. Une partie de ces aides au peuplier concernent le reboisement, par abondement à *Merci le Peuplier*. En place depuis début 2019.

L’action « Du Peuplier pour l’Avenir » est constituée de trois volets :

- accroître l’incitation à reboiser de la charte *Merci le Peuplier*, en offrant la possibilité de doubler cette aide pour le populteur,
- intégrer pleinement les enjeux environnementaux et paysagers dans les projets de reboisement,
- réaliser une étude sur l’évolution du paysage et les aspects sociologiques relatifs à la perception des plantations de peupliers.

En effet le contexte est particulier puisque le territoire concerné est inscrit au Patrimoine mondial de l’UNESCO.

De façon similaire, un travail démarre actuellement dans le Marais Poitevin. Ce territoire constituait autrefois un gisement très important de peuplier, mais de nombreuses contraintes locales ont conduit à un défaut de reboisement majeur (16% de taux de reboisement) : le nombre de peuplier était d’environ 300 000 arbres en 1997/1998, il est aujourd’hui de 200 000 arbres dont 160 000 mûrs. La production d’avenir correspond aux 37 000 arbres qui ont moins de 11 ans.

L’objectif est donc d’y relancer une dynamique de reboisement. Ce projet « Défi Marais Poitevin » démarre à l’initiative de la SFCD, du CRPF Nouvelle-Aquitaine, du PNR Marais Poitevin, et de Joubert Valter.

De manière générale, on constate que les travaux d’information entrepris en particulier depuis les années 2013-2014 commencent à produire une prise de conscience sur la nécessité d’agir en faveur du reboisement, plutôt que de le bloquer de différentes manières.

Pour en savoir plus :

Emmanuel Naudin – CNP mercilepeuplier@gmail.com

Analyse de la diversification variétale, tendances, éléments de stratégie

Depuis plus de 30 ans, la stratégie de diversification variétale est utilisée pour faire face aux risques sanitaires (rouilles à *Melampsora larici-populina*, *Marssonina*, puceron lanigère, ...) qui peuvent être majeures avec l’utilisation de clones. Cette diversification permet aussi d’optimiser l’utilisation des cultivars issus de la recherche en fonction de leur plus ou moins grande adaptation aux conditions de sol et climat rencontrées en France.

La réussite de cette diversification nécessite un équilibre des plantations entre les différentes variétés, mais aussi une réelle diversité génétique entre les variétés obtenue grâce à la diversité des espèces utilisées (*P. nigra*, *P. deltoïdes*, *P. trichocarpa*, *maximowiczii*, ...) et celle des parents utilisés pour l’hybridation. Les choix des obtenteurs permettent d’obtenir cette diversité.

En France, la réalité de la diversification variétale est suivie par deux indicateurs :

- le nombre de cultivars disponibles sur "la liste régionalisée des cultivars éligibles aux aides de l’Etat", qui est révisée tous les 2 ans et qui donne donc une image qualitative des cultivars conseillés à la commercialisation en France,
- les ventes de plants par cultivar, publiées tous les ans par le Ministère de l’Agriculture, qui indiquent les proportions de chaque cultivar et qui donnent les équilibres en quantité des cultivars plantés en France.

Entre 2016 et 2019, la diversité des cultivars proposés à la plantation s'est accrue. Ainsi, la liste régionalisée est passée de 27 cultivars en liste principale et 6 cultivars en liste annexe (liste de cultivars proposés en pré développement) début 2016, à 30 cultivars en liste principale et 6 cultivars en liste annexe en 2019. Outre l'accroissement du nombre de cultivars proposés (+ 3 cultivars en liste principale), nous notons l'arrivée d'un nouvel hybride : *P. trichocarpa* x *P. maximowiczii*.

Entre 2016 et 2019, les ratios sur les quantités de plants plantés par cultivar ont peu évolué au cours de cette période.

Année	90 % des plants plantés sont représentés par	Les 10 cultivars les plus plantés représentent :	Le cultivar le plus vendu représente
2016	18 cultivars	76 % des plants plantés	22 % des plants plantés
2019	18 cultivars	78 % des plants plantés	21 % des plants plantés

La tendance est donc bien à une diversification variétale soutenue.

Les résultats de cette diversification en France sont à présent perceptibles. En effet, une moindre sensibilité des peupleraies aux attaques sanitaires est nettement ressentie par l'ensemble des populteurs et constatée par le département santé des forêts (DSF). Le critère d'une tolérance sanitaire globale est un critère incontournable dans le choix des cultivars conseillés et plantés en France.

Dans l'avenir, cette stratégie de diversification semble garantie, car de nombreux clones (en cours d'homologation par les obtenteurs) sont proposés par ces derniers pour une évaluation dans les essais cultivars mis en place par la R&D en France. En 2019, environ une trentaine de futurs cultivars, proposés par 5 obtenteurs européens, sont actuellement mis en essais.

Cependant cette stratégie présente trois inconvénients :

- les nombreux travaux de R&D nécessaires pour évaluer l'adéquation de chaque nouveau cultivar avec la diversité des conditions de la populiculture française, et cela afin d'apporter les garanties nécessaires aux investissements financiers faits par les propriétaires,
- la difficulté d'assimilation, par les professionnels et les propriétaires, d'une information de plus en plus importante sur les cultivars,
- une diffusion des cultivars délicate face à des enjeux commerciaux divers et opposés.

L'existence de ces inconvénients ne remet nullement en cause le choix français de la diversification variétale pour une populiculture durable, mais incite la filière peuplier à trouver des solutions.

La liste régionalisée des clones de peuplier éligibles aux aides de l'Etat a été actualisée début 2020 pour la période juillet 2020-juin 2022 :

CLONES DE PEUPLIER ELIGIBLES AUX AIDES DE L'ETAT POUR LA CULTURE EN FUTAIE Libre de droits = sans parenthèse, sinon Terme de la protection commerciale communautaire – Nom d'obteneur et/ou de son représentant	Sud-Est			Sud-Ouest		Nord-Ouest				Nord	Nord-Est		Remarques sanitaires**			
	Auvergne-Rhône-Alpes	PACA	Corse	Occitanie	Nouvelle-Aquitaine	Pays-de-la-Loire	Bretagne	Normandie	Centre-Val-de-Loire	Île-de-France	Hauts-de-France	Grand-Est	Bourgogne-Franche-Comté	Installation du puceron lanigère observée en laboratoire	Installation du puceron lanigère observée en peupleraie mais sans impact négatif	Impact négatif du puceron lanigère sur la croissance en peupleraie
1. Peupliers euraméricains																
ALBELO (2039 – 3C2A)																
ALERAMO (2044 - CREA)																
BLANC DU POITOU																
BRENTA (2034 – CREA)																
DANO (2041 – 3C2A)																
DIVA (2044 – CREA)																
DORSKAMP	s	s					s	s		s		s	s	Oui	Oui	Oui
FLEVO														Oui	Oui	Non
GARO (2041, 3C2A)																
KOSTER (2021 – 3C2A)*																
I-45/51																
LAMBRO (2034 – CREA)																
LUDO (2041 - 3C2A)																
MOLETO (2045 - CREA)																
MONTALVO (2045 – CREA)																
MUUR (2032- INBO)																
OUDENBERG (2032- INBO)																
POLARGO (2037 – 3C2A)														Oui	Oui	Non
RONA (2041 – 3C2A)																
SOLIGO (2034 -CREA)														Soigner la plantation, reprise pouvant être délicate		
TARO (2034 – CREA)																
TUCANO (2044 – CREA)																
VESTEN (2032 – INBO)														Oui	Non	Non
2. Peupliers interaméricains																
RASPALJE																
3. Peupliers trichocarpa																
FRITZI-PAULEY																
TRICHOBEL																

Pour plus d'informations :

Eric Paillassa – CNPF IDF eric.paillassa@cnpf.fr

et <https://agriculture.gouv.fr/materiels-forestiers-de-reproduction-arretes-regionaux-relatifs-aux-aides-de-letat-investissement>

Pression de la faune sauvage sur les peupleraies

Castor

Il a été constaté ces toutes dernières années un accroissement des dommages réalisés par le castor d'Europe sur les peupleraies. En effet, cette espèce qui a failli disparaître du territoire français connaît une extension de plus en plus rapide. En France, le castor d'Europe a un statut d'espèce protégée. Suite à la confirmation récente de sa présence dans le nord de la France, le Castor est donc présent désormais dans toutes les régions françaises à l'exception de la Normandie où l'espèce pourrait faire son retour au cours des prochaines années.

A ce jour, les rares moyens de protection efficaces existants ont un coût tel qu'ils sont incompatibles avec un fonctionnement économique équilibré de la populiculture.

A l'initiative du Conseil National du Peuplier, un groupe de travail « Peuplier et Castor » multi-partenarial a été constitué en 2019 dans le Val de Loire mais à extension nationale possible. L'objectif est de tester des méthodes permettant de mieux identifier, quantifier et suivre, les dégâts aux peupleraies et si possible d'améliorer les connaissances sur son comportement notamment vis-à-vis du peuplier.

Cerf

Autrefois rares, les dégâts de cerf sont en forte augmentation en particulier depuis les années 2015-2016. Ces dégâts concernent les jeunes plantations, ils sont souvent très localisés et importants.

Les protections contre le cerf sont trop coûteuses en peupleraie. De plus, elles ne sont pas utilisables dans les zones inondables.

Chevreuil

La situation est stable. Le chevreuil est présent partout, et souvent en peupleraie. L'écorçage est la principale cause de dégâts. Les protections individuelles forestières classiques fonctionnent et leur utilisation est impérative.

Pour en savoir plus

Emmanuel Naudin – CNP mercilepeuplier@gmail.com

Restriction des usages des pesticides en pépinières et peupleraies

La gamme de produits utilisable est plus large qu'avec les autres essences forestières, les peupleraies et pépinières étant rattachées de longue date à la catégorie « arbres et arbustes ».

L'évolution la plus importante, en cours, est l'interdiction probable à court terme du glyphosate.

Insecticides

Très peu utilisés en peupleraies, les produits actuellement sur le marché permettent d'y traiter les rares cas où leur usage est indispensable.

En revanche, la situation au niveau des pépinières est bien différente : comme pour les peupleraies, la réglementation nationale sur l'utilisation des produits phytosanitaires tend à être plus restrictive, avec en particulier la suppression de certains insecticides. Cette politique induit actuellement des difficultés chez les pépiniéristes peuplier pour faire face aux attaques de divers ravageurs sur les jeunes plants. L'exemple actuel des attaques de cicadelles qui envahissent les pépinières du Sud-Ouest de la France en est une illustration. En effet, si la lutte contre les cicadelles était encore possible il y a quelques années grâce à l'utilisation alternative de plusieurs produits spécifiques efficaces, aujourd'hui il ne reste plus qu'un seul produit autorisé, plus généraliste, qui ne permet plus de maîtriser les pullulations de cicadelles. Par ailleurs, ce risque cicadelles ne va-t-il pas s'étendre en France, au-delà du Sud-Ouest, considérant les évolutions du climat ?

Face à la tendance réglementaire de réduction d'utilisation des pesticides en pépinière et aux risques ravageurs potentiellement croissant avec le changement climatique, l'inquiétude est réelle pour la profession des pépiniéristes mais aussi pour la filière peuplier.

Débroussaillants

Ils sont utilisés essentiellement pour traiter des rejets de peuplier, mais ce cas est rare.

Herbicides

La gamme utilisable est plus large que pour les forêts hors peupleraies. Néanmoins, beaucoup d'entre eux sont peu efficaces en peupleraies ou trop spécifiques. Le glyphosate était le plus utilisé car très efficace pour lutter contre la concurrence herbacée et permettant une inversion de flore.

Le glyphosate est de moins en moins utilisé : moins de parcelles traitées, abandon du traitement en plein au profit de traitements localisés au pied des plants. Néanmoins, il reste jusque-là indispensable ponctuellement sur certaines stations.

L'interdiction du glyphosate pourrait compromettre des plantations dans les contextes où la concurrence herbacée est problématique, car les alternatives (interventions manuelles, dispositifs de paillage) représentent une charge financière bien supérieure.

Ces évolutions sont le fait d'une pression sociétale forte sur ce sujet en France, de manière générale et avec une tendance vers le zéro-phytocide en forêt.

Pour en savoir plus :

Olivier Baubet – DSF olivier.baubet@agriculture.gouv.fr

Eric Paillassa – CNPF IDF eric.paillassa@cnpf.fr

Réflexions autour des densités de plantation

Un déficit de ressource en bois d'œuvre de peuplier est prévu à brève échéance (CNP, 2019). Une relance des plantations est donc indispensable pour répondre à une demande industrielle soutenue, elle-même issue d'un développement de l'intérêt sociétal pour les produits bois. Un certain nombre de professionnels s'interrogent également sur une évolution des densités de plantation qui, au prix d'un volume unitaire plus faible au moment de la récolte, permettrait un gain de productivité de quelques m³/ha/an. L'institut technologique FCBA dispose de résultats issus d'un vaste réseau expérimental, qui a été installé dans les années 1990-1995 pour étudier une gamme de densités de plantation comprise entre 156 et 600 tiges/ha (Berthelot *et al.*, 2019). Sur la base de ces résultats, un travail de modélisation de la croissance va s'engager avec pour objectif de disposer d'un modèle décrivant la croissance et la production en volume des peupleraies en fonction de la densité initiale, de la fertilité de la station et du cultivar utilisé.

Pour en savoir plus :

Alain Berthelot – FCBA alain.berthelot@fcba.fr

Biomasse

Les plantations destinées à la production de biomasse (TCR et TTCR), arrêtées en 2015, n'ont pas repris au cours de la période 2016-2019. Néanmoins, les expérimentations en cours se sont poursuivies et en particulier les comparaisons entre les systèmes TCR et TTCR.

Après plusieurs récoltes successives des TTCR et une estimation de la production de la première rotation de TCR, le FCBA a pu montrer sur plusieurs sites et pour plusieurs clones que la production des TCR est supérieure à celle des TTCR (Berthelot, 2017). Les résultats montrent aussi qu'en TCR la qualité de la biomasse produite est supérieure (moins d'écorce) et les coûts d'installation plus réduits.

Pour en savoir plus :

Alain Berthelot – FCBA alain.berthelot@fcba.fr

c) Forêts naturellement régénérées : ressources génétiques naturelles du Peuplier noir

Aire de répartition

Les dernières prospections associées au programme de conservation des ressources génétiques naturelles de peuplier noir ont permis de compléter l'aire nationale de répartition de l'espèce (figure 3).



Figure 3

Estimation d'introgession

Une des menaces qui pèse sur le Peuplier noir est le risque d'hybridation spontanée (introgession) des peuplements naturels par des peupliers cultivés. Ces cultivars présentent une base génétique extrêmement étroite.

- Le premier cultivar qui peut impacter les populations sauvages est le cultivar ornemental 'peuplier d'Italie' (*Populus nigra* var. *italica*). Il s'agit d'un peuplier noir fastigié de sexe mâle très largement utilisé en brise-vent et dans les aménagements urbains.

- La seconde menace vient des nombreux cultivars issus d'hybridations interspécifiques et développés pour la production de bois (une vingtaine de clones environ, de formule *Populus deltoides* x *P. nigra* ou *P. deltoides* x *P. trichocarpa*). Ces cultivars clonaux, de sexe mâle ou femelle, sont fertiles. Par exemple, le pollen des cultivars mâles, transporté sur de longues distances par le vent, peut féconder les fleurs des peupliers noirs femelles. La descendance ainsi produite ne présentera pas la pureté spécifique et la diversité requise.

Toutefois, le risque d'hybridation avec les cultivars utilisés en production de bois apparaît comme minime, voire quasi-inexistant. En effet, ces cultivars présentent des caractéristiques particulières qui gênent ou empêchent l'hybridation avec le peuplier noir, parmi lesquelles on peut citer :

- dates de floraison souvent incompatibles,
- utilisation majoritaire de cultivars femelles,
- faible fertilité de nombreux cultivars.

L'hybridation ou le risque d'hybridation du peuplier noir serait donc en réalité très fortement lié à la présence du 'peuplier d'Italie' qui présente les caractéristiques suivantes :

- introduction très ancienne en France, à des fins ornementales ;
- cultivar mâle, extrêmement productif en pollen ;
- maillage de présence très dense.

Certains spécialistes estiment ainsi que de nombreux peupliers noirs actuels sont déjà un produit d'hybridation entre *Populus nigra* L. et *Populus nigra* var. *italica*.

Des premières études ont été menées sur la problématique d'introgression avec *Populus nigra* var. *italica*. Chenault *et al.* (2011) ont quantifié l'introgression à l'aide de marqueurs moléculaires sur un site de Loire ; en intégrant les données de la littérature, le taux d'hybride F1 se situe entre 0 et 2,6 %. De plus, des croisements contrôlés impliquant un mélange de pollen de trois peupliers noirs et *Populus nigra* var. *italica* a montré une compétitivité particulièrement faible de ce dernier par rapport aux autres, puisque la contribution du pollen de la variété 'italica' est inférieure à 12 % quel que soit le croisement, au lieu des 22 % attendus (Dowkiw *et al.*, 2014). Il reste cependant que ce risque est d'autant plus faible que la ripisylve naturelle à Peuplier noir est dense et de surface importante (Van den Broeck *et al.*, 2005).

Néanmoins, et même si l'anthropisation croissante des milieux rivulaires fait peser une menace sur le Peuplier noir, elle ne porte pas sur la survie de cette espèce, qui n'est globalement pas menacée de disparition en France (figure 1), mais sur la qualité et la diversité de ses ressources génétiques qui peuvent diminuer dangereusement si le renouvellement des générations d'arbres s'effectue dans de mauvaises conditions (absence de sites disponibles pour la régénération, populations de trop petite taille...). Il n'y a donc pas menace de disparition immédiate à craindre mais un risque de perte de capacité d'adaptation et de maintien à long terme.

Les actions de revégétalisation en milieu riverain pour des aspects paysagers ou de stabilisation des berges (en possible association avec d'autres espèces) sont de plus en plus importantes en France. Aujourd'hui encore, le matériel végétal planté par les aménageurs-paysagistes prend peu voire pas du tout en compte les ressources génétiques locales. Concernant le Peuplier noir, les aménageurs utilisent trop souvent encore le cultivar ornemental 'italica', qui outre son port caractéristique uniforme présente le risque d'engendrer une pollution génétique des ressources locales.

Adaptation

La problématique émergente est l'adaptation des arbres forestiers aux changements globaux. Le Peuplier noir tient une place à part : au printemps, la graine ne peut germer que sur les barres sédimentaires des lits mineurs de fleuves et rivières, barres formées par la dynamique fluviale de l'hiver et du printemps précédents (Wintenberger *et al.*, 2015, 2019). Le jeune semis est ensuite en position délicate pour passer l'été : son jeune système racinaire doit se développer rapidement pour atteindre la nappe. Ainsi, ses racines permettront d'alimenter en eau et éléments minéraux la très

jeune plantule (pour sa croissance), mais aussi permettre à ses feuilles de refroidir (*via* la transpiration) sous des températures estivales, pouvant atteindre plus de 50 °C. Ce système racinaire doit lui permettre aussi de s'ancrer solidement, pour faire face aux futures crues de l'hiver et du printemps suivant.

Un travail de thèse récemment soutenu (Lefebvre 2019) a permis de mieux comprendre les mécanismes d'adaptation de semis de Peuplier noir de deux pools génétiques (Loire moyenne et Drôme aval), au moyen de dispositifs de transplantations réciproques dans de larges conteneurs et dans deux environnements contrastés : atlantique (Orléans) et méditerranéen (Allex, près de Valence).

Pour rappel, des matériels génétiques adaptés aux conditions pédoclimatiques des différents bassins hydrographiques français sont donc désormais disponibles pour la réimplantation de ces populations dans le milieu naturel (cf. 2. Domestication et conservation des ressources génétiques).

Actions de communication

Le Peuplier noir est une ressource locale de la ripisylve peu sujette à de problèmes pathologiques et entomologiques majeurs. On peut penser que cette espèce sera encore présente dans les paysages des vallées pendant des décennies au même titre que les saules. Certaines essences comme l'Orme, le Frêne ou l'Aulne présentent une plus grande vulnérabilité face à des éléments pathogènes majeurs, respectivement vis-à-vis de la graphiose, la chalarose et le *phytophthora*.

Ces sensibilités, même si elles ne les font pas disparaître, hypothèquent leur régénération et fragilisent leur développement dans la ripisylve. De plus, et à de très rares exceptions près, le Peuplier noir n'est pas parasité par le gui, ce qui lui confère une longévité accrue (en comparaison avec le Saule blanc, autre arbre de la ripisylve). Ainsi, cette essence de la ripisylve, par la stabilité de ses populations, peut devenir à terme une des « clés de voûte » des futures forêts alluviales.

D'autres actions autour des ressources génétiques du Peuplier noir et de sa valorisation ont été entreprises et sont répertoriées sur le site internet <http://peupliernoir.orsay.inra.fr/> : communications scientifiques et techniques, tourisme scientifique, formation de personnel de terrain. On peut également citer les actions originales du plan « Génome à l'École » centré sur l'étude sur le polymorphisme de l'ADN par 52 lycées français : le Peuplier noir fut le matériel végétal commun pendant les trois années de l'opération. <http://www.sciencesalecole.org/plan-genome-a-lecole-presentation/>.

Pour en savoir plus

Marc Villar – INRAE, UMR INRAE-ONF BioForA, Orléans marc.villar@inrae.fr

Olivier Forestier – ONF, PNRGF Guémené Penfao olivier.forestier@onf.fr

Eric Paillassa – CNPF IDF eric.paillassa@cnpf.fr

d) Agroforesterie et arbres hors forêt

Le peuplier en agroforesterie

Le bilan économique des systèmes agroforestiers apparaît souvent positif à long terme, bien que la rentabilité directe de leur compartiment ligneux reste en général moins favorable les 15-20 premières années suivant la plantation.

L'intégration de peupliers est un bon moyen de valoriser les ressources à court et moyen terme. Le peuplier agroforestier peut ainsi répondre, à son échelle, aux besoins de la filière en bois de peuplier tout en servant les démarches de transition vers une agriculture plus durable et rentable.

C'est dans ce contexte que le projet « Peuplier, agroforesterie, diversité » (2016 - 2018), porté par l'Association française d'agroforesterie, a initié une réflexion collective sur le peuplier en systèmes mixtes (associé à des cultures ou de l'élevage).

Ce projet a permis de poser les premières bases nécessaires au développement des surfaces agroforestières à base peupliers : élaboration de divers scénarios de plantations, référencement des pratiques et systèmes existants et identification des facteurs de réussite technico-économique en

fonction des usages ciblés (bois d'œuvre pour le déroulage, bois plaquette, etc.). Il a également mis en évidence deux besoins en particulier : d'une part un manque de documentation technique à destination des opérateurs de terrain et des agriculteurs souhaitant intégrer le peuplier en systèmes agroforestiers ; d'autre part la nécessité de fournir des solutions d'aide à la plantation adaptées aux réalités et contraintes du peuplier agroforestier.

C'est pourquoi un guide technique a été édité en 2019, en collaboration avec l'Institut pour le développement forestier (IDF) et avec l'appui d'un comité d'experts. Ce document propose un état de l'art des techniques agroforestières utilisant le peuplier et entend répondre aux principales questions que se posent les agriculteurs, de l'élaboration du projet à la valorisation des peupliers arrivés à maturité.

Deux autres chantiers sont actuellement en cours : la création d'un dispositif d'aide à l'investissement spécifique et le montage d'un programme de recherche et développement dédié au peuplier agroforestier, sur la base des questions techniques identifiées sur le terrain.

Pour en savoir plus :

Alexandre Parizel – AFAF alexandre.parizel@agroforesterie.fr

Développement du peuplier en agroforesterie : motifs, critères, qualités de bois

Intérêt actuel du peuplier en agroforesterie

Le développement du peuplier en agroforesterie s'insère dans un contexte global :

- un déficit de ressource annoncé pour les années à venir,
- un intérêt croissant pour l'agroforesterie en France et en Europe,
- une demande croissante de produits à base de peuplier, y compris le marché en croissance de la construction individuelle et collective à ossature bois,

L'introduction des peupliers dans les cultures agricoles pourrait contribuer à pérenniser une ressource en bois alimentant un secteur industriel en progression.

Les critères

Quatre types de questionnements se posent alors :

- Quels sont les interactions entre peupliers, cultures intercalaires, milieu ?
- Les cultivars actuels sont-ils aptes à pousser avec une productivité suffisante sur des coteaux drainant ?
- Quelle sera la qualité des bois des peupliers hors fond de vallée ?
- En plus des marchés traditionnels (contreplaqué, emballage, papier, ...), ces peupliers agroforestiers permettraient-ils à cette essence d'accéder au marché de la construction bois ?

Le questionnement **a.** relève pour partie de l'agronomie mais invite également à rechercher de nouveaux cultivars favorisant un enracinement pivotant afin de ne pas induire une compétition trop forte avec les racines des cultures intercalaires, tout en permettant des remontées minérales et l'accès à l'eau en profondeur. Du fait de l'exposition des arbres au vent plus importante en agroforesterie qu'en plantation traditionnelle, le port et le feuillage seront également à prendre en compte.

Peut-on utiliser les cultivars actuels en agroforesterie ?

Les cultivars de peuplier actuellement plantés en France

- sont plutôt adaptés aux fonds de vallée ;
- ont *a priori* tous un âge de transition juvénile / adulte compris entre 15 et 20 ans (i.e. les bois de peuplier français actuellement récoltés sont quasiment exclusivement juvéniles donc mécaniquement dégradés).

Il pourrait donc être utile d'entreprendre une sélection variétale en vue d'implanter des cultivars aptes à une croissance suffisante en **milieux drainant**, présentant un **système racinaire** adapté, **un port et un feuillage** diminuant l'emprise au vent, et une **transition juvénile / adulte** précoce.

L'ENSAM a préalablement vérifié si parmi les 23 cultivars de peupliers étudiés pour leur qualité des bois (« référentiels peupliers » CNP 2009 et 2013), certains étaient aptes à pousser en milieux plus secs tout en fournissant un bois présentant des propriétés mécaniques intéressantes.

L'ENSAM a classé dans le tableau 1 les cultivars pour leur performances mécaniques (contraintes de rupture en flexion - généralement d'un très bon niveau pour le peuplier ; module d'élasticité longitudinal un peu faible sur bois de peuplier, en partie du fait du bois juvénile) sous forme de matériaux massif ou lamellés.

La liste des cultivars *a priori* prometteurs sur le plan mécanique a été soumise à l'expertise d'Eric Paillassa en charge du peuplier à l'IDF. Après élimination (raisons sanitaires, exigence en eau), l'ENSAM a pu prioriser 3 cultivars aptes à pousser hors zone alluviale et présentant des performances mécaniques intéressantes : Koster, Raspalje et Soligo. D'autres cultivars « oubliés » dans des *arboreta* des rives nord et sud de la Méditerranée seraient également à revisiter et à qualifier dans le contexte actuel de changement climatique rapide.

		CNP –2009	CNP - 2013
	Cultivars	Beaupré, Blanc du Poitou, Dorskamp, Flevo, Fritzi Pauley, Ghoy, I 214, I 45/51, Raspalje, Robusta	A4A, Alcinde, Brenta, Dvina, I-214, Koster, Lambro, Lena, Mella, Polargo, Soligo, Taro, Trichobel, Triplo
Longitudinal MoR (MPa)	Planks	Robusta (57) > Ghoy > Beaupré > Raspalje > Dorskamp ≥ 45 Mpa	Alcinde (52) > Soligo > Lambro > Lena ≥ 45
	LVL	Robusta (76) > Ghoy > Flevo > Beaupré > Dorskamp > I45/51 > Raspalje = Fritzi Pauley ≥ 60	Lambro > Brenta > Soligo > Alcinde > Lena ≥ 60
	CP	Robusta > Beaupré > Flevo > I45/51 > Raspalje = Fritzi Pauley = Dorskamp = Ghoy = Blanc du Poitou ≥ 35 Mpa	Soligo > Taro > Alcinde > Brenta = Lambro = Lena = 35
Longitudinal MoE (MPa)	Planks	Robusta (11600) > I45/51 > Raspalje > Fritzi Pauley > Flévo > Beaupré ≥ 9000	Lambro (11600) > Soligo > Dvina > Taro > Lena > Mella > Alcinde > Brenta > Koster ≥ 9000
	LVL	Robusta > Fritzi Pauley > Beaupré > Raspalje > Flevo > Dorskamp > I45/51 ≥ 7000	Alcinde > Trichobel > Lambro > Brenta > Koster > Taro > Soligo > A4A > Dvina > Mella > Polargo ≥ 7000
	CP	Robusta > Flevo > Dorskamp > Fritzi Pauley > Raspalje > Beaupré > 4800	Alcinde > Taro > Trichobel > Brenta > Lambro > 6000
Specific Gravity (kg/m3)	Planks	Robusta (370) > Flevo > Dorskamp > I45/51 > Fritzi Pauley > Raspalje > Beaupré ≥ 320	Taro (370) > Soligo > Lambro > Alcinde > Lena > Brenta > Dvina > Koster > Mella ≥ 320
Mechanical grading		Robusta > Beaupré > Raspalje > Flevo > Dorskamp > Fritzi Pauley	Alcinde > Lambro > Soligo > Brenta > Lena > Taro
Construction Grading		Robusta > Beaupré > I45/51	Lambro > Soligo > Dvina > Taro > Lena > Alcinde > Brenta > Mella > Koster
Cultivars eliminated by Eric Paillassa (com pers, CNPF) on different sanitary and economic criteria		Robusta (not enough productive), Beaupré (disease), Dorskamp (disease)	Alcinde (not enough productive)
Cultivars adapted to dry conditions (Eric Paillassa com pers)		Raspalje, I45/51, Fritzi Pauley	Soligo, Lambro
		Koster, Raspalje et Soligo, then I45/51, Polargo, Taro	

Table 1 : Selection of cultivar according to the results of Berthelot et al 2009 and Berthelot et al 2013

Pistes de développement

A partir de ce point, l'ENSAM estime que deux démarches sont possibles (successives ou parallèles) :

- **Détermination de l'âge de transition juvénile / adulte** sur ces 3 cultivars dans différents types de stations (mesure d'angles de microfibrilles sur une série radiale obtenue par carottage) en vue de prioriser un cultivar plus particulièrement.

Une rapide analyse bibliographique relevant que des scientifiques chinois (Bao et al. 2001), argentins (Cobas et al. 2013), iraniens (Efhami et Saraeyan 2009) et turcs ont travaillé à l'identification de cultivars porteurs d'une transition juvénile/adulte précoce, l'ENSAM suggère de se rapprocher de ces équipes, plus orientées sur la sélection de peupliers pour les milieux secs, pour collaborer et envisager des tests d'acclimatation et de détermination précoce de la qualité du bois de ces cultivars.

- Créer une nouvelle gamme de **matériaux d'ingénierie lamellés** (CP, LVL, GL, CLT) **associant le bois de peuplier** (léger et résistant) à **d'autres essences** sous valorisées comme robinier, hêtre, chêne, châtaignier mais présentant une meilleure rigidité et/ou durabilité naturelle que le peuplier.

Cette approche est pour partie mise en œuvre dans un travail en cours au LaBoMaP_Arts et Métiers (thèse de doctorat de Lucie Heim 2020-2022) sur financement de la Fondation de France, volet agroécologie.

Pour plus d'informations :
Rémy Marchal – ENSAM remy.marchal@ensam.eu

4–2. Application de nouveaux savoirs, de technologies et de méthodes dans le domaine de :

a) La récolte

Evolution de la mécanisation

Développer la mécanisation de la récolte dans les peuplements feuillus est un enjeu majeur pour la filière forêt-bois française d'une part pour améliorer les conditions H&S (hygiène, santé et sécurité) sur chantiers, d'autre part pour pallier le manque de bûcherons.

La filière peuplier est également concernée et devra trouver des solutions pour augmenter la part des volumes récoltés mécaniquement qui semble stagner ces dernières années. FCBA estime qu'une quinzaine d'entreprises seulement utilisent des machines de bûcheronnage dans le peuplier. Il est à souligner qu'elles y travaillent rarement à temps plein.

Les verrous à lever concernent essentiellement les marques laissées par les picots (identifier quels sont meilleurs rouleaux et les réglages associés), la qualité de l'ébranchage, la qualité du tronçonnage, la précision dans les longueurs.

Le projet BOOM (développer la récolte mécanisée des peuplements feuillus avec les bons outils et organisations), soutenu financièrement par France Bois Forêts, COPACEL, CODIFAB et le MAA, a comme ambition d'accompagner les gestionnaires forestiers et les mobilisateurs de bois dans le développement de la mécanisation des feuillus en capitalisant et valorisant toute l'expérience acquise dans les territoires et les entreprises.

La mise à disposition des bonnes pratiques sera réfléchiée en mettant l'accent sur les besoins d'accompagnement des professionnels. Un guide sera élaboré qui comprendra une clé de détermination basée sur les différents peuplements, les opérations sylvicoles envisagées, les produits attendus pour choisir les bons outils et l'organisation la plus performante. Des fiches techniques documentant ces différentes situations, dont 2 concerneront le peuplier, mettront en avant des solutions et des bonnes pratiques pour lever en totalité ou en partie les verrous identifiés. Les partenaires de BOOM sont FNB, FNEDT, ONF, GCF, FRANSYLVA, CODIFAB pour les panneaux (UIPP et UIPC) et COPACEL. Ce projet de 2 ans démarre début 2020.

Pour en savoir plus :
Alain Berthelot et Philippe Ruch – FCBA alain.berthelot@fcba.fr

b) L'utilisation du peuplier pour différents produits ligneux

L'utilisation du bois de peuplier dépend de ses caractéristiques mécaniques propres. L'effet « transition bois juvénile/bois adulte » dépendant du cultivar pourrait être intéressant à prendre en compte.

Voir également la rubrique « Développement du peuplier en agroforesterie : motifs, critères, qualités de bois » page 28, où est identifié l'impact de sa formation.

Le bois de peuplier dans la construction

Le bois de peuplier a autrefois été utilisé pour réaliser des charpentes, que l'on trouve encore aujourd'hui dans de nombreux bâtiments dans plusieurs régions de France. Ces dernières années, il a été mis en œuvre de façon ponctuelle dans des bâtiments modernes, en structure, en aménagement intérieur, ou en bardage, et ce de façon plus marquée dans l'actuelle région des Hauts de France qui dispose d'une réelle expérience en la matière.

Un groupe de réflexion « peuplier » mis en place en région Poitou-Charentes avait émis l'idée en septembre 2015 qu'il serait utile de présenter ces constructions et l'ensemble des connaissances relatives à l'utilisation du peuplier dans la construction bois.

Le travail résultant est paru en décembre 2016, et s'intitule « Le technoguide du Peuplier ».

Il peut être téléchargé à cette adresse :

<https://www.franceboisregions.fr/des-outils/792-technoguide-du-peuplier>

Parallèlement, le Conseil National du Peuplier a identifié deux besoins de filière :

- répondre à une demande croissante d'utilisation du bois dans la construction,
- mieux valoriser certains bois de peuplier, notamment ceux actuellement non utilisables en déroulage.

La valorisation du sciage de peuplier dans la construction bois nécessitait de travailler sur deux sujets :

- un classement efficace et fiable des sciages de peuplier selon la résistance,
- la vérification que les sciages de peuplier sous forme de produits reconstitués peuvent être utilisés dans la construction.

Ces deux travaux ont été confiés par le Conseil National du Peuplier à l'institut technologique FCBA, ils sont achevés depuis 2019.

Classement mécanique des bois – Homologation européenne de machines

Aujourd'hui, la seule possibilité de classer le peuplier français selon sa résistance repose sur la norme NF B 52 001, norme de classement visuel (sur 4 cultivars) qui ne permet pas d'obtenir des rendements satisfaisants sur cette essence.

En effet, pour le peuplier en particulier, il y a un faible niveau de corrélation entre les singularités d'aspect du matériau et ses performances mécaniques.

De nombreux pays pratiquent en lieu et place du classement visuel un classement par machine, qui augmente considérablement les rendements dans les classes élevées, du fait de la mesure de paramètres mieux corrélés. L'utilisation d'un tel matériel pour effectuer du classement mécanique est conditionnée à une démarche d'homologation européenne de la machine décrite par la norme EN 14081 parties 1 à 3. Cette démarche consiste à définir pour une essence les réglages de la machine pour une origine géographique donnée.

L'ensemble des informations technico-économiques recueillies préalablement par le FCBA a permis de sélectionner un nombre de machines de classement susceptible de répondre au mieux aux besoins des entreprises transformatrices de Peuplier. Les matériels figurant dans le tableau ci-après ont été retenus ou mis à disposition par le fabricant pour passer les sciages de Peuplier à l'état « frais de sciage » et à l'état « sec » (1671 planches utilisées provenant de 10 cultivars). L'ensemble de ces matériels peut bénéficier maintenant d'un réglage validé par la commission européenne Task Group 1 du CEN 124 répondant aux exigences de la norme EN 14 081 parties 1 à 3 et permettant de classer mécaniquement les sciages de Peuplier de provenance française (quel que soit le cultivar).

Fabricants	Machines	Réglage bois frais de sciage	Réglage bois sec
ASBOIS	Modulo		
BROOKHUIS	MTG 960	Réglages présentés lors de la réunion du CEN TC124 WG2/TG1 du 1 ^{er} au 2 octobre 2019	
	mtgBATCH 962		
	mtgBATCH 966		
	Escan FW		
Escan FWM			
MICROTEC	ViSCAN-PLUS		
	ViSCAN-COMPACT		



Valorisation du peuplier dans la construction sous forme de produits reconstitués par collage

Pour des raisons techniques et économiques liées aux caractéristiques intrinsèques et aux limitations du matériau, le bois est souvent utilisé sous forme de bois reconstitué ou réassemblé par collage. Cette technique permet d'obtenir des produits de dimensions correspondant aux attentes des marchés, dont les performances mécaniques, la fiabilité et la stabilité dimensionnelle sont meilleures que celles du bois massif, tout en améliorant les rendements en matières premières.

Cette partie de l'étude avait pour objectifs de consolider les choix esquissés comme débouchés potentiels pour les cultivars de peuplier sur les marchés de la construction : Bois Massif Abouté (BMA), Bois Lamellé Collé (BLC) et Panneaux Massifs Bois Contrecollés (CLT).

Dans une optique de comparaison avec les produits de référence sur le marché de la construction, il a été décidé de réaliser des fabrications prototypes de BLC et CLT de composition directement comparable à une référence du marché. Ces fabrications sont caractérisées par un degré de changement faible en terme organisationnel par rapport à la chaîne de valorisation habituelle des bois résineux, puisque seule l'essence de bois a été remplacée par le peuplier.

Parallèlement, des fabrications prototypes ont été réalisées en introduisant des modifications supplémentaires, visant en particulier à valoriser des classes de résistances secondaires dans des produits combinant des sciages de différentes classes de résistance. Ces fabrications sont caractérisées par un degré de changement modéré par rapport à la chaîne de valorisation habituelle des bois résineux, puisque l'essence de bois a été remplacée par le peuplier, et la composition du produit de référence a été modifiée, tout en restant dans le cadre des normes harmonisées pour les produits correspondants.

Les résultats, mis en perspectives avec les performances de poutres BLC et de panneaux CLT en résineux de composition similaires, mettent en évidence le bon comportement des produits reconstitués à partir de peuplier. Ce constat est valable quelle que soit la composition des produits (homogène ou combinée). Des classes de résistance secondaires, car inférieures au standard du marché ou co-produit d'un classement machine visant à faire émerger une classe supérieure, pourraient donc être d'avantage valorisées.

En ce qui concerne la faisabilité économique et organisationnelle, cette campagne expérimentale n'a fait apparaître aucune difficulté remarquable par rapport aux chaînes de 1^{ère} et 2^{nde} transformation des résineux courants.



Pour en savoir plus :

Conseil National du Peuplier mercilepeuplier@gmail.com

Didier Reuling – FCBA didier.reuling@fcba.fr

Guillaume Legrand – FCBA guillaume.legrand@fcba.fr

c) L'utilisation en bioénergie ou autres usages

La récolte d'un hectare de peupleraie produit en moyenne 175 tonnes de BO et 75 tonnes de BI/BE. A l'heure actuelle, la valorisation de la qualité bois d'industrie ne pose pas de difficultés particulières, les nombreuses industries lourdes de trituration encore présentes affectionnant le peuplier pour sa blancheur, pour la longueur de ses fibres et pour sa légèreté offrant ainsi un débouché suffisant. Depuis peu, les panneaux tendent également vers une meilleure acceptation de cette qualité de bois de peuplier.

La valorisation de la qualité bois énergie en revanche pose davantage de difficultés. En effet, le peuplier a quelques caractéristiques particulières actuellement gênantes pour la valorisation de ses sous-produits d'exploitation en énergétique :

- un pourcentage d'humidité élevé qui peut atteindre 55-60 % (et donc pouvoir calorifique insuffisant) et un poids spécifique trop faible qui nécessitent des réglages particuliers.
- une faible densité induisant un coût de transport à la tonne supérieur,
- une écorce qui peut poser des difficultés lors de la combustion (tendance de l'écorce à se structurer en lanières).

Certains clients continuent à en consommer, notamment ceux du milieu agricole ayant l'habitude de travailler de la matière humide. Par exemple : usines de déshydratation de pulpe de betterave et usines de déshydrations de luzerne.

Plusieurs pistes de réflexions sont explorées, elles se heurtent pour le moment à des freins économiques ou techniques dont l'importance peut varier selon les régions :

- La création d'un mix produit (mélange de plusieurs essences) : elle nécessite d'une part une rupture de charge, d'autre part une plateforme utilisable pour les différentes essences. Les plateformes doivent être proches de la ressource, or la localisation des bassins de peuplier est souvent bien distinctes de celle des autres forêts.
- Le ressuyage avant broyage : il est possible seulement hors des zones d'inondation, et se heurte à deux inconvénients majeurs. D'une part la capacité de ce bois à sécher rapidement est confrontée à sa capacité de reprise d'humidité, ce qui limite l'intérêt du ressuyage en cas

de pluies, d'autre part les écorces tendent alors à former des lanières posant des difficultés techniques lors de la combustion.

- Le broyage bois vert, avec stockage sur plateforme : ce processus implique une rupture de charge et donc un coût, mais il permet de résoudre les problèmes d'humidité et évite l'effet « lanières » de l'écorce. De plus, le séchage du broyat est facilité par le processus de décomposition des écorces (montée en température).

Ainsi, selon les stratégies et les débouchés locaux, certaines structures livrent des clients habitués à la biomasse humide et évitent ainsi les coûts de rupture de charge (cas de certains acteurs du quart nord-est), tandis que d'autres passent par une plateforme de stockage et livrent un produit plus sec au prix d'une valorisation économique inférieure (cas de certains acteurs du quart nord-ouest).

Dans les deux cas, la sortie des têtes de peuplier sous forme de broyat permet au propriétaire de disposer d'un sol propre à coût faible ou nul. Lorsque cela n'est pas possible, le broyage des têtes s'effectue à bois perdu. La profession reste attentive aux conséquences éventuelles sur les sols d'un export excessif de bois.

Les rémanents de peuplier trouvent aussi d'autres formes de valorisation, bien qu'il s'agisse pour le moment de marchés de niche absorbant de faibles volumes, comme par exemple :

- Paillage (ornementale, viticole, agricole, etc.),
- Litière animale (après séchage)
- Fabrication de granulés.

La chimie verte commence également à s'intéresser de près aux rémanents de peuplier compte tenu de leur absence de composés parasites (pas de résines, pas de tanins, etc.) et de leur homogénéité en terme de composition, offrant ainsi un débouché qui semble prometteur.

Ces toutes dernières années, des hivers doux successifs ont provoqué une diminution de la consommation de bois de nombreuses chaudières biomasse. Or de très nombreuses chaudières sont soumises à un quota sous forme d'un seuil minimum à respecter sur le pourcentage d'approvisionnement en plaquettes d'origine forestière. Dans ces périodes de consommation plus réduite, ceci a pour conséquence de bloquer une partie de la consommation de déchets bois notamment de classe A dont une partie est issue du secteur de l'emballage y compris à base de bois de peuplier. La difficulté résultante à écouler des déchets bois à base de peuplier, même de classe A, est susceptible de se répercuter par voies successives sur les industriels produisant ces emballages.

Pour en savoir plus :

Damien François – Forêts et Bois de l'Est / SylvoWatts damien.francois@foretsetboisdelest.com

Mathieu Havard – BEMA m.havard@bema-be.fr

Emmanuel Naudin – CNP mercilepeuplier@gmail.com

5. Services environnementaux et écosystémiques

Depuis de nombreuses années, les peupleraies sont considérées de façon négative par la majeure partie des naturalistes. Ces courants de pensée, dont on peut affirmer aujourd'hui qu'une partie des données provenait d'extraits "à charge" sortis du contexte d'études globales, donc pas forcément exacts, ont influencé de nombreux élus, décideurs et bureaux d'études. Cela a contribué et contribue encore au déficit de reboisement au travers de non-reboisements d'une part, et de diverses réglementations allant du niveau local au niveau national d'autre part.

Pourtant, les parcelles de peuplier en France ne font l'objet quasiment d'aucun intrant. Le principal reproche qu'on peut leur formuler est de remplacer parfois des milieux ouverts (mais déjà anthropisés) par des milieux semi-fermés.

Les actions de communication entreprises depuis quelques années et les tensions actuelles sur la ressource contribuent à une prise de conscience sur les intérêts environnementaux du peuplier. Parmi ceux-ci figurent le fait que le Peuplier constitue pour la France une de ses ressources locales et renouvelables. Le bois de peuplier étant principalement utilisé pour l’emballage léger en bois et le contreplaqué, celui-ci permet d’éviter l’utilisation de la quantité correspondante de matières premières d’origine fossile ou énergivores.

Les autres services environnementaux et écosystémiques du peuplier sont pour le moment peu étudiés, mais ils pourraient être mis en évidence dans les années à venir du fait de sa réduction de surface. On peut citer néanmoins le rôle positif des peupleraies dans la qualité des eaux et dans le maintien d’une biodiversité notamment par rapport à des pratiques intensives d’usage des sols, agricoles notamment.

De façon plus locale, la situation dans le Marais Poitevin met en évidence l’importance du peuplier en tant qu’élément constituant et structurant du paysage : la prise de conscience récente est issue de la disparition progressive de la plus grande partie des peupliers. La quantité de peupliers est passée de 300 000 arbres dans les années 1996 à environ 220 000 arbres en 2017, et devrait atteindre 40 000 arbres dans quelques années.

Le très faible taux de reboisement (de l’ordre de 16 % ces dernières années) est issu de facteurs structurels, fortement accentués par des actions directes et indirectes en défaveur du peuplier depuis environ deux décennies.

Dans le Val de Loire, certains constats font état de l’intérêt des peupleraies élaguées dans le paysage au niveau de la perception proche, puisqu’elles permettent de disposer ainsi d’une vue traversante contrairement aux peupleraies non entretenues et aux boisements naturels.

La croissance rapide du peuplier en fait un excellent capteur de CO₂ sur des surfaces faibles en comparaison des autres essences forestières.

Enfin, dans des contextes très particuliers, les peupliers font partie des essences efficaces en dépollution de certains sols. Dans ce cas, il n’y a pas de production de bois d’œuvre : c’est la croissance en taillis qui est utilisée.

Néanmoins, dans le cadre du projet ADEME Graine 2017 **Phytofiber**, les peupliers plantés sur des parcelles en phytomanagement sont exploités : cette ressource peut-elle s’intégrer dans des valorisations matériaux de grande consommation ? Des analyses chimiques ont confirmé que ces peupliers ne présentent aucun polluant dans leur bois. Ainsi, cette essence, même issue de sols pollués, est intégrable dans des panneaux à base de bois, fibres et particules ou des fibres papetières, dont les performances finales respectent les cahiers des charges actuels. Des informations supplémentaires sur le site <https://phytofiber.fr/>

Pour en savoir plus :

Emmanuel Naudin – CNP mercilepeuplier@gmail.com

sur Phytofiber : Alain Berthelot – FCBA alain.berthelot@fcba.fr

III. INFORMATIONS GENERALES

1. Administration et fonctionnement du Conseil national du peuplier (CNP)

Le Conseil National du Peuplier est l'interprofession qui représente la filière populicole française. Ses membres sont issus de chaque maillon de la filière (populiculteurs, gestionnaires, transformateurs, pépiniéristes), ainsi que des organismes professionnels et de recherche.

Il a pour principales missions :

- l'organisation de la filière populicole,
- la représentation de la populiculture française en France
- et à l'international, auprès de la Commission internationale du peuplier,
- la connaissance des sylvicultures et l'amélioration de la qualité du bois,
- la lutte contre les maladies du peuplier,
- la promotion de l'usage du peuplier,
- la gestion durable des peupleraies.

Ces dernières années, le Conseil national du peuplier est à l'origine de plusieurs actions d'importance majeure pour la filière professionnelle. Citons pour 2016-2019 :

- promotion forte du reboisement en peuplier, notamment à travers le développement de la Charte *Merçi le Peuplier* et les actions auprès des collectivités publiques pour la mise en place d'aides au peuplier,
- démarrage d'un programme destiné à permettre l'identification des surfaces populicoles par télédétection, et ainsi mieux connaître et mieux gérer la ressource bois,
- homologation européenne de machines de classement des sciages de peuplier,
- décalage plus tôt de la date de publication de la liste des clones de peuplier éligibles aux aides de l'Etat pour la culture en futaie,
- valorisation de sciages de peuplier par bois reconstitués,
- constitution d'un groupe de travail destiné à mieux identifier et chiffrer les impacts du Castor sur les peupleraies,
- réalisation de l'étude prospective sur la ressource peuplier.

Toutes ces actions sont développées dans les diverses parties de ce rapport.

Pour en savoir plus : <https://www.peupliersdefrance.org/>

2. Publications éditées, y c. les documents techniques présentés aux réunions, congrès, etc. dans la période 2016-2019

Publications scientifiques

Allario T, Tixier A, Awad H, Lemaire C, Brunel N, Badel E, Barigah TS, Julien JL, Peyret P, Mellerowicz EJ, Cochard H, Herbette S. 2018. PtxtPME1 and homogalacturonans influence xylem hydraulic properties in poplar. *Physiologia Plantarum* 163: [502-515](#). [pdf](#)

Baldet P., Bourlon V., Bastien C., Fabre B., Berthelot A., 2017. « Les variétés deltoïdes du GIS Peuplier. Une opportunité pour diversifier les cultivars utilisés en populiculture ». **Forêt Entreprise** **233** pp 54-60.

Bastien C., Gobin R., Fabre B., Bourlon V., Pozzi T., Forestier O., Berthelot A., 2017. « Journée d'échange avec le GIS Peuplier ». Communication orale à la **journée d'information organisée par le GIS Peuplier**, 20 septembre 2018, Guémené-Penfao, 67 p.

- Berthelot A., Cailly P., Bouvet A.**, 2019. « Densité de plantation en peupleraie – Quelle influence sur la production et les volumes unitaires ? ». **FCBA INFO**, septembre 2019, 4 p. <https://www.fcba.fr/sites/default/files/fcbainfo-2019-19-densite-plantation-peupleraie-production-volume-unitaires-berthelot-cailly-bouvet.pdf>
- Berthelot A., Murlan B.**, 2019. « Le bois de peuplier : une ressource locale et renouvelable pour de nombreux usages ». Communication orale au **séminaire « Les plantations forestières : représentations et réalité »**, Tours, 15 mai 2019, 22 p.
- Berthelot A.**, 2018. « Débourrement végétatif et sensibilité au gel tardif des clones de peuplier ». **FCBA INFO**, octobre 2018, 4 p. <https://www.fcba.fr/sites/default/files/fcbainfo-2018-31-debourrement-vegetatif-sensibilite-gel-tardif-clones-peupliers-berthelot.pdf>
- Berthelot A.**, 2018. « Rendements comparés des TTCR et TCR de peuplier ». **Le Journal de la Mécanisation Forestière n° 180**, mars 2018, pp 43-45.
- Berthelot A.**, 2018. « Les sylvicultures dédiées, taillis à courte rotation et futaies spécialisées : quelles orientations récentes ? ». **Communication orale au 16^{ème} Xylodating – Quelles essences pour augmenter la valeur des forêts et leur adaptation aux changements globaux : quelles opportunités pour les forestiers ?** – organisé par Xylofutur/Bordeaux-Sciences-Agro, le 25 octobre 2018, Gradignan, 28 p.
- Berthelot A., Bouvet A., Forestier O., Poupart P.**, 2017. « Conservation des plançons de peuplier et date de plantation ». **Forêt Entreprise 235** pp 58-62.
- Berthelot A.**, 2017. « Rendements comparés des TTCR et TCR de peuplier ». **FCBA INFO**, novembre 2017, 6 p. <https://www.fcba.fr/sites/default/files/fcbainfo-2017-30-ttcr-tcr-peuplier-berthelot.pdf>
- Berthelot A., Bouvet A., Forestier O., Poupart P.**, 2016. « Date de plantation et mode de conservation des plançons de peuplier : quelques rappels de bonnes pratiques ». **FCBA INFO**, avril 2016, 5 p. https://www.fcba.fr/sites/default/files/fcbainfo_2016_21_date_de_plantation_et_mode_de_conservation_des_plancons_de_peuplier_alain_berthelot_alain_bouvet.pdf
- Bonnesoeur, V., Constant, T., Moulia, B., Fournier, M.** (2016). Forest trees filter chronic wind-signals to acclimate to high winds. *New Phytologist*, 210 (3), 850-860. , DOI : 10.1111/nph.13836
- Bouyer L.** (2019) Impact de la disponibilité en nutriments sur le fonctionnement hydrique et carboné chez le peuplier dans des contextes de sécheresse varies. Thèse de doctorat, Université d'Orléans, 298 p.
- Chauvet-Thiry, H., Pouliquen, O., Forterre, Y., Legué, V., Moulia, B.** (2016). Inclination not force is sensed by plants during shoot gravitropism. *Scientific Reports*, 6 (35431), 8 p. DOI : 10.1038/srep35431
- Chevalier R., Berthelot A., Evette A., Villar M.**, 2019. « Peupleraies sauvages et plantées : contrastes et similitudes sous l'angle biologique et écologique ». Communication orale au **séminaire « Les plantations forestières : représentations et réalité »**, Tours, 15 mai 2019, 13 p.
- Choat B, Badel E, Burrett R, Delzon S, Cochard H, Jansen S.** 2016. Non-invasive measurement of vulnerability to drought induced embolism by X-ray microtomography. *Plant Physiology* 170: [273-282 pdf](#)
- Clivot, H., C. Petitjean, N. Marron, E. Dallé, J. Genestier, N. Blaszczyk, P. Santenoise, A. Laflotte and S. Piutti.** 2019. Monitoring the early effects of temperate agroforestry practices on soil organic matter and microbial activity. *Plant and Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04320-6>

Dia Sow M., Segura V., Chamailard S., Jorge V., Delaunay A., Lafon-Placette C., Fichot R., Faivre Rampant P., Villar M., Brignolas F., Maury S. 2018. Narrow-sense heritability and PST estimates of DNA methylation in three *Populus nigra* L. populations under contrasting water availability. *Tree Genet. Genomes* 14, 78. doi.org/10.1007/s11295-018-1293-6

Duursma R, Blackman C, López R, Martin-StPaul N, Cochard H, Medlyn B. 2018. Tansley Review: On the minimum leaf conductance: its role in models of plant water use, and ecological and environmental controls. *New Phytologist* 221: [693-705 pdf](#)

Faivre Rampant P., G. Zaina V. Jorge, S. Giacomello, V. Segura, S. Scalabrin, V. Guérin, E. De Paoli, C. Aluome, M. Viger, F. Cattonaro, A. Payne, P. PaulStephenRaj, MC. Le Paslier, A. Berard, M.R. Allwright, M. Villar, G. Taylor, C. Bastien, M. Morgante. 2016. New resources for genetic studies in *Populus nigra*: genome wide SNP discovery and development of a 12k Infinium array. *Mol Ecol Res* 16 : 1023-1036, doi: 10.1111/1755-0998.12513

Gardiner B., Berry P., Moulia, B. (2016). Review: Wind impacts on plant growth, mechanics and damage. *Plant Science*, 245, 94-118. , DOI : 10.1016/j.plantsci.2016.01.006

Gessler A., Schaub M. and McDowell N.G. (2017). The role of nutrients in drought-induced tree mortality and recovery. *New Phytologist* 214: 513–520.

Greulich S., Chevalier R., Villar M. 2019. Soil seed banks in the floodplain of a large river: a test of hypotheses on seed bank composition in relation to flooding and established vegetation. *Journal of Vegetation Science*, DOI: 10.1111/jvs.12762.

Hamrouni Yousra. *Identification et suivi des peupleraies par télédétection hypertemporelle*. Français. In *Forêt Entreprise* 247 (août 2019), p. 31-36.

Hamrouni, Y., Sheeren, D., Paillassa, E., Chéret, V., Monteil, C. *Poplar plantations monitoring with Sentinels products : combination of optical and radar remote sensing data*. THEIA Workshop for Sentinel-2 L2A MAJA products, Jun 2018, Toulouse, France.

Hamrouni, Y., Sheeren, D., Paillassa, E., Chéret, V., Monteil, C. *Active Learning For Large-scale Classification of Poplar Plantations With Sentinels Time Series*. In *Living Planet Symposium, Forest Monitoring Session*, May 2019, Milan, Italy.

Hamrouni, Y., Sheeren, D., Paillassa, E., Chéret, V., Monteil, C. *Cartographie à large échelle des peupleraies à partir de séries temporelles d'images Sentinel-2*. In *SAGEO*, November 2019, Clermont Ferrand, France.

Kouakou S.-S., Marchal R., Brancheriau L., Guyot A., Guibal D. the quality of poplar wood from agroforestry: a comparison with forest plantation. 3rd European Agroforestry Conference, Montpellier, 23-25 May 2016, 273-276.

Lecourt M., Despres A., Placet V., Deroubaix G., Chalot M., 2019. « Valoriser les fibres végétales de biomasses issues de sols contaminés au travers de la production de produits manufacturés ». Poster aux 4^{èmes} rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués, Paris, 26-27 novembre 2019.

Lefebvre M. 2019. Variabilité génétique et plasticité phénotypique pour des caractères adaptatifs à l'échelle du semis chez le Peuplier noir (*Populus nigra* L). Université d'Orléans, 146p. Thèse de doctorat.

Le Gac A-L., Lafon-Placette C., Chauveau D., Segura V. Delaunay A., Fichot R., Marron N., Le Jan I., Berthelot A., Bodineau G., Bastien J-C., Brignolas F., Maury S., 2018. « Winter-dormant shoot apical meristem of poplar trees shows environmental epigenetic memory ». **Journal of Experimental Botany**, doi:10.1093/jxb/ery271

Marron, N. and D. Epron. 2019. Are mixed tree plantations introducing N₂-fixing species more productive than monocultures? *Forest Ecology and Management*. 441: 242-252. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.03.052.

Marron, N., P. Priault, C. Gana, D. Gérant and D. Epron. 2018a. Prevalence of interspecific competition in a mixed poplar/black locust plantation under adverse climate conditions. *Annals of Forest Science*. DOI: 10.1007/s13595-018-0704-z

Marron, N., C. Gana, P. Maillard, D. Gérant, P. Priault and D. Epron. 2018b. Estimating symbiotic N₂ fixation in *Robinia pseudoacacia*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. DOI: 10.1002/jpln.201700503

Martin-StPaul N, Delzon S, Cochard H. 2017. Plants resistance to drought depends on timely stomata closure. *Ecology Letters* 20: [1437-1447 pdf](#)

Muries B, Mom R, Benoit P, Brunel-Michac N, Cochard H, Drevet P, Petel G, Badel E, Fumanal B, Gousset-dupont A, Julien JL, Label P, Auguin D, Venisse JS. 2019. Aquaporins and water control in drought-stressed poplar leaves: A glimpse into the extraxylem vascular territories. *Environmental and Experimental Botany*, [162, 25-37. pdf](#)

Nandillon, R., M. Lebrun, F. Miard, M. Gaillard, S. Sabatier, M. Villar, S. Bourgerie, D. Morabito. 2019. Capability of amendments (biochar, compost and garden soil) added to a mining technosol contaminated by Pb and As to allow poplar seed (*Populus nigra* L.) germination. *Enviro Monit Assess* 191: 465. <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7561-6>

Niez, B., Dlouha, J., Moulia, B., Badel, E. (2019). Water-stressed or not, the mechanical acclimation is a priority requirement for trees. *Trees*, 33 (1), 279-291. , DOI : 10.1007/s00468-018-1776-y

Niez B, Dlouha J., Gril J., Ruelle J., Toussaint E., Moulia B., Badel E. 2020. Elastic and damage properties of “flexure wood”: compressive stresses in living trees modulate the mechanical behaviour of green wood material. *Ann. For. Sc.* doi:10.1007/s13595-020-0926-8

Portillo Lemus L., Tricard J., Duclercq J., Coulette Q., Giron D., Hano C., Huguet E., Lamblin F., Cherqui A. & Sallé A. (2019) Salivary proteins of *Phloeomyzus passerinii*, a plant-manipulating aphid, and their impact on early gene responses of susceptible and resistant poplar genotypes. *BioRxiv* 504613.

Pouliquen, O., Forterre, Y., Berut, A., Chauvet-Thiry, H., Bizet, F., Legué, V., Moulia, B. (2017). A new scenario for gravity detection in plants: the position sensor hypothesis. *Physical Biology*, 14 (3). , DOI : 10.1088/1478-3975/aa6876

Roignant, J., Badel, E., Leblanc-Fournier, N., Brunel-Michac, N., RUELLE, J., Moulia, B., Decourteix, M. (2018). Feeling stretched or compressed? The multiple mechanosensitive responses of wood formation to bending. *Annals of Botany*, 121 (6), 1151-1161. , DOI : 10.1093/aob/mcx211

Sallé A., Jerger R., Vincent-Barbaroux C., Baubet O., Dahuron D., Bourgerie S. & Lieutier F. (2018) Tree-killing aphid dramatically reduces bark contents in carbohydrates and nitrogen compounds. *Forest Ecology and Management* 407: 23-30.

Sallé A., Pointeau S., Bankhead-Dronnet S, Bastien C. & Lieutier F. (2017) Unraveling the tripartite interactions among the woolly poplar aphid, its host tree, and their environment: a lead to improve the management of a major tree plantation pest? *Annals of Forest Science* 74: 79.

Toillon J., Dallé E., Bodineau G., Berthelot A., Bastien J-C., Brignolas F., Marron N., 2016. « Plasticity of yield and nitrogen removal in 56 *Populus deltoides* x *P. nigra* genotypes over two rotations of short-rotation coppice ». *Forest Ecology and Management* 375 (2016) 55-65.

Villar M., Forestier O., 2017. La France à la sauvegarde du Peuplier noir : état actuel du programme de conservation et valorisation des ressources génétiques. *Revue forestière française*, vol. LXIX, n° 3, pp. 195-204.

Wintenberger, C., Rodrigues, S. Greulich, S., Breheret, J.G., Jugé, P., Tal, M., Dubois A., M. Villar. 2019. Control of non-migrating bar morphodynamics on survival of *Populus nigra* seedlings during floods. *Wetlands*, DOI: 10.1007/s13157-018-1121-7

Wintenberger, C., Rodrigues, S., Jugé, P., Villar, M. 2017. Survie des semis de ligneux pionniers dans les lits fluviaux : approche *in et ex situ* des facteurs de contrôle abiotiques et biologiques des espèces *Populus nigra* et *Salix alba*. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 23 : 233-252. doi : 10.4000/geomorphologie.11789.

Ouvrages publiés, autres publications

Sécurisation des approvisionnements en Peuplier : étude prospective de la ressource française

Conseil National du Peuplier – Emmanuel Naudin

Edition mise à jour en octobre 2019 – 69 pages

<https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/securisation-des-approvisionnement-en-peuplier-1633>

Ressource Peuplier : gérer puis sortir du prochain déficit

Conseil National du Peuplier – Emmanuel Naudin

Forêt-entreprise n°248 – pages 9 à 13.

<https://www.foretpriveefrancaise.com/publications/voir/727>

Le technoguide du Peuplier

Réalisé par l'interprofession Futurobois en collaboration avec le CNP et de nombreux partenaires.

Décembre 2016 – 42 pages

<https://www.franceboisregions.fr/des-outils/792-technoguide-du-peuplier>

Peuplier & Populiculture – 2.0 – Pour une culture pérenne et responsable des peupleraies

Brochure réalisée dans le cadre d'un programme Interreg (Hauts-de-France – Wallonie – Vlaanderen) non datée (2019 ?) - 55 pages

<https://www.foret-pro-bos.eu/fr/publications/publication/69:brochure-peuplier-populiculture-2-0>

Guide du populiculteur breton

CRPF Bretagne Pays de la Loire

Décembre 2019 – 80 pages

<https://bretagne-paysdelaloire.cnpf.fr/n/guide-du-populiculteur-breton/n:3800>

Le peuplier agroforestier – Techniques et coûts de plantation

Philippe Van Lerberghe et Alexandre Parizel

Editions CNPF-IDF

2019 – 66 pages

Optimisez le recyclage et la valorisation de vos cagettes bois

SIEL – Emmanuel Naudin

2018 – 40 pages

<https://www.emballage-leger-bois.fr/recyclage>

3. Relations avec d'autres pays

Partie expérimentale

Dans le cadre de la diversification variétale, l'expérimentation recherche et développement (R&D) génétique - essais cultivars - menée en France par le CNPF (Centre national de la propriété forestière) fait appel au matériel végétal issu de 3 pays : la Belgique, l'Italie, et la France. Les cultivars expérimentés sont principalement des hybrides D x N, mais aussi T x M, des backcross ou des peupliers deltoïdes.

L'expérimentation R&D génétique a pour objectif de déterminer l'adaptation des cultivars aux conditions de "sols x climats" rencontrés en France, et ainsi d'en définir les conditions d'utilisation optimales.

Entre 2016 et 2019, 60 dispositifs expérimentaux R&D génétique ont été mis en place dans les différentes régions populières de France. Au total 22 cultivars récemment homologués et 33 cultivars non encore homologués, issue de 3 pays, ont été installés dans ces dispositifs expérimentaux.

Pour en savoir plus :

Eric Paillassa – CNPF IDF eric.paillassa@cnpf.fr

Autres échanges internationaux

Les échanges de la filière populière française avec les autres pays se font également, de façon pratique, par différents réseaux complémentaires. On peut notamment citer :

- Le **Syndicat national des Industries de l'Emballage Léger en bois (SIEL)** a des échanges fréquents avec ses homologues, notamment espagnols, allemands et italiens, directement sur des sujets et projets d'intérêt commun scientifiques ou médiatiques, au travers de l'association **GROW-International** qui regroupe les associations professionnelles de ces 4 pays.
- **L'Union des Industries du Panneau Contreplaqué (UIPC)** échange régulièrement au sein de la **European Panel Federation**.
- La **Chambre du Peuplier*** est largement impliquée dans l'association européenne **ProPopulus**.
- Le **Conseil national du Peuplier (CNP)** dispose des informations internationales par ses membres dont le SIEL, l'UIPC, la Chambre du Peuplier. Le CNP est toutefois très impliqué depuis 2019 en préparation de la réunion 2020 de la CIP (coordination de la partie « peuplier » du rapport français, organisation du pré-tour).

* La Chambre du peuplier est une association transversale. Elle permet de rassembler tout type d'acteurs dont le dénominateur commun est le peuplier, parmi lesquels exploitants, scieurs, traitement, emballages légers, palettes, contreplaqué, trituration, énergie, recyclage, recherche...

Pour en savoir plus :

SIEL – <https://www.emballage-leger-bois.fr/> Olivier de Lagausie secretariat@siel-grow.fr

UIPC – <http://www.uipc-contreplaque.fr/> Sabine Boury boury@uipc-contreplaque.fr

Chambre du Peuplier – Bernard Mourlan bmourlan47@gmail.com

4. Innovations non incluses dans les autres sections

Evaluation et suivi de la ressource peuplier par télédétection

Le peuplier constituant une ressource bois locale et renouvelable de la France, atout économique et sociétal, une connaissance fine de cette ressource est devenue indispensable.

Depuis des années, les industriels du peuplier demandent à connaître avec précision la ressource disponible en peuplier et son évolution dans le temps.

Or les outils d'inventaire actuellement disponibles en France (inventaires IFN) ne permettent pas d'avoir une évaluation fiable des surfaces en peuplier et de leur évolution annuelle du fait de la structure foncière particulière de ce type de propriété.

Face à ces constats, l'utilisation d'images satellites pour identifier les peupleraies apparaît comme une solution. En 2015 et 2017, le lancement des satellites SENTINEL 2 d'observation de la Terre par l'Agence spatiale européenne, développés dans le cadre du programme Copernicus, apporte la possibilité d'avoir des images multi-spectrales (13 bandes spectrales), tous les 5 jours, avec une résolution de 10 à 20 m.

Le Conseil national du Peuplier a considéré qu'il s'agissait d'une opportunité et monté un projet spécifique. Le CNP et l'UMR Dynafor 1201 (INRA, INPT ENSAT, El Purpan) travaillent sur la mise en place d'un algorithme de reconnaissance des peupleraies à partir d'images satellites. A terme (2021), ce travail permettra de produire annuellement une couche SIG des peupleraies en France et ainsi de disposer d'un outil de suivi des surfaces en peuplier (boisements, reboisements, exploitations) et de leur vitalité.

Pour en savoir plus :

Eric Paillassa – CNPF IDF eric.paillassa@cnpf.fr

Caractérisation du bois par spectrométrie à infrarouge

La spectrométrie par infrarouge est actuellement utilisée comme outil par plusieurs organismes de recherches, sur bois et sur matériel vivant. Cet outil présente un potentiel élevé pour la caractérisation des échantillons.

Développement d'un système de plantation mécanique semi-automatisé (Autoplant)

La plantation est habituellement réalisée de façon manuelle avec une assistance mécanique pour la réalisation des trous. Une marge de progrès significative peut être réalisée, en améliorant notamment la méthode d'implantation du réseau (jalonnement) et le transport des plants.

La coopérative *Alliance Forêt Bois* travaille depuis quelques années sur un système novateur de planteuse de peuplier, baptisé Autoplant.

Autoplant réalise depuis 3 saisons une partie des reboisements de cette coopérative. Il a bénéficié du soutien du Conseil Régional d'Aquitaine et de la Banque Publique d'Investissement.

Guidé par GPS, le tracteur porte-outils avance sans conducteur de sept mètres en sept mètres sur la ligne de plantation. Le travail du sol par potet travaillé s'effectue à l'avant du tracteur, pendant qu'un plançon de peuplier est implanté par l'organe de plantation positionné à l'arrière dans le trou précédemment réalisé. Ainsi, les 3 opérations, jalonnement, préparation du sol et plantation sont réalisées en simultané.



Principales caractéristiques des outils :

- Système de guidage GPS automatisé et de précision centimétrique,
- Tarière avec 2 lames en acier anti-abrasion pour un travail du sol localisé, sur 90 cm de diamètre et 1 m de profondeur,
- Organe de plantation automatisé avec correction des dévers et pentes jusqu'à 25 %, muni de 2 sabots qui viennent tasser la terre à proximité du plançon planté.

Un seul opérateur avance à l'arrière du tracteur, il place le plançon dans les doigts de préhension de la planteuse, il télécommande depuis sa position la reproduction des cycles de plantation ou l'arrêt si nécessaire.

Pour visualiser cette planteuse : https://www.youtube.com/watch?v=2Ybtjoabz_g

Pour en savoir plus :

Etienne Montagne – AFB etienne.montagne@alliancefb.fr

Propriétés du bois au contact alimentaire

Le peuplier est l'essence majoritairement utilisée par les fabricants d'emballage léger en bois français. Les évolutions sociétales relatives à la sécurité alimentaire ont fortement cru ces dernières années : cette tendance générale a été accentuée par plusieurs alertes nationales, européennes voire mondiales aussi bien sur les aliments eux-mêmes (viande bovine, lasagnes...) que sur leurs emballages (migrations à partir du carton, phtalates, huiles minérales issues des encres et des magazines recyclés, bisphénol A...). Le bois, matériau naturel utilisé traditionnellement depuis des milliers d'années pour le contact alimentaire, est resté indemne de toute difficulté mais il était compréhensible que les fabricants d'emballages légers en bois soient confrontés à des demandes de clients ayant besoin d'être rassurés.

Le consortium scientifique français EMABOIS a réalisé un programme de recherche de plusieurs années (bois brut de peuplier, pin, épicéa), qui a débouché en 2015. Plusieurs thèses ont été réalisées et les travaux ont obtenu 4 prix scientifiques. Des méthodes d'analyse nouvelles et innovantes ont été développées.

Les résultats démontrent scientifiquement l'aptitude de ces bois au contact alimentaire, l'innocuité du peuplier dans le cadre des migrations chimiques vers tous les types d'aliment, ainsi que des propriétés spécifiques contre les contaminations microbiennes et fongiques. Cette confirmation forte des qualités antimicrobiennes du bois de peuplier est désormais reconnue.

De nouveaux résultats d'études (2019) sont venus démontrer que l'emballage bois favorise la bonne conservation des produits alimentaires et qu'il se compare avantageusement par rapport aux autres matériaux du marché.

Pour en savoir plus

Fiche « hygiène bois » avec références bibliographiques :

<http://www.emballage-leger-bois.fr/sites/emballage-leger-bois.fr/files/documents/fichehygieneBois-sieptembre2019.pdf>

EMABOIS : <https://www.emballage-leger-bois.fr/node/13>

Olivier de Lagausie secretariat@siel-grow.fr

Recyclage d'emballages bois à base de peuplier

Les filières de recyclage du bois sont en place et fonctionnelles en France. Pourtant, le Syndicat national des industries de l'emballage léger en bois (SIEL) a constaté que certains utilisateurs d'emballages légers en bois (notamment constitués en majeure partie de peuplier) ne savaient pas toujours bien recycler ou valoriser ces emballages en fin de vie.

Le SIEL a mis en place une démarche d'appui au recyclage de ces produits (notamment cagettes), depuis 2015, reconnue comme innovante à plusieurs titres :

- Une préoccupation des fabricants sur le devenir de leurs produits en fin de chaîne d'utilisation ;
- Une action concrète d'appui sur le terrain, à la disposition des importants détenteurs d'emballages bois usagés, que sont les Marchés d'Intérêt National (MIN), les enseignes de la grande distribution, la restauration collective, les collectivités territoriales, le tout en lien avec les structures nationales ;
- Des méthodes permettant d'aboutir à des résultats relativement rapides au regard de la tâche à accomplir.

En 2018, le SIEL a réalisé un guide pratique du recyclage des cagettes bois.

Cette démarche se poursuit en 2020, et s'ouvre également sur d'autres emballages légers en bois.

Pour en savoir plus :

<https://www.emballage-leger-bois.fr/recyclage>

Olivier de Lagausie – SIEL secretariat@siel-grow.fr

Emmanuel Naudin – SIEL e.naudin@siel-grow.fr

Impact des mélanges d'espèces sur le comportement du peuplier

La culture du peuplier ne nécessite normalement pas d'intrants. Néanmoins, dans un contexte de développement du peuplier en agroforesterie (et sylvo-pastoralisme) et dans l'objectif de favoriser la nutrition azotée, l'association du peuplier avec des espèces capables de fixer symbiotiquement l'azote de l'atmosphère a fait l'objet de plusieurs expérimentations en France ces dernières années. Les plantations mélangées de ce type à fins expérimentales existent dans le monde depuis parfois longtemps et une méta-analyse récente des données de la littérature a montré qu'elles pouvaient se montrer plus productives qu'une monoculture. C'est le cas surtout sous climat tempéré où la limitation azotée est plus prégnante qu'en milieu tropical et donc, l'azote atmosphérique fixé bénéficiera aussi à l'espèce non fixatrice en association (Marron & Epron 2019).

En France, deux plantations expérimentales instrumentées, gérées par l'UMR Silva de Nancy (INRAE, Université de Lorraine, AgroParisTech) comparant des parcelles mélangées aux monocultures équivalentes, ont fait l'objet de recherches entre 2015 et aujourd'hui :

- la plantation de Saint-Cyr-en-Val en région Centre (45) où le peuplier était associé à du robinier (fixant l'azote grâce à sa symbiose avec Rhizobium) ; dans ce cas, le mélange s'est montré nettement moins productif que les monocultures en raison d'une intense compétition entre le peuplier et le robinier et des écologies trop différentes des deux espèces pour leur permettre de cohabiter (Marron et al. 2018a, b) ;
- la plantation de la Bouzule en Lorraine (54), gérée conjointement avec le Laboratoire Agronomie et Environnement (UMR INRAE / Université de Lorraine, LAE) où le peuplier était cette fois-ci associé à de l'aulne (fixant l'azote grâce à sa symbiose avec Frankia) ainsi qu'à des herbacées fixatrices telles que la luzerne et le trèfle, en agroforesterie ; dans ce cas également, le mélange du peuplier avec de l'aulne entraînait une forte compétition interspécifique néfaste à la production en comparaison aux monocultures.

Par contre, les peupliers en agroforesterie s'avèrent plus performants qu'en monoculture et ce système semble prometteur (Clivot *et al.* 2019). Si la plantation de la Bouzule est en cours d'étude et d'équipement, celle de Saint-Cyr-en-Val a été abandonnée en 2016 en raison de l'importante mortalité observée dans le mélange.

Pour en savoir plus :

Nicolas Marron – INRAE nicolas.marron@inrae.fr

IV. SYNTHÈSE STATISTIQUE

Voir le « QUESTIONNAIRE SUR LES PEUPLIERS ET LES AUTRES ARBRES A CROISSANCE RAPIDE UTILES AUX PERSONNES ET A L'ENVIRONNEMENT 2016-2019 » en annexe.