



Le genre Paulownia face à l'engouement qu'il suscite en France

Note de veille – Novembre 2024

Correspondance : benjamin.gourlin@afac-agroforesteries.fr

Cette note de veille présente de manière synthétique des éléments de connaissance disponibles dans la littérature sur les essences du genre Paulownia, avec l'objectif de mieux comprendre l'engouement récent autour de ces arbres ainsi que les risques liés à une transposition de la plantation du Paulownia en milieu agricole.

Ce qu'il faut retenir

a. Une culture exigeante

La culture du Paulownia est exigeante à tout point de vue : préparation du sol, intrants (fertilisation, herbicide, irrigation), tailles de formation. Le temps à passer dans une parcelle chaque année est un gage de bon développement et d'exploitabilité des arbres dans les conditions avancées par les promoteurs du Paulownia. Un manque de suivi et d'entretien peut reculer la date d'exploitation de plusieurs années, et diminuer la qualité du bois produit. Les besoins de l'essence impliquent l'immobilisation d'une parcelle de terre arable, ainsi qu'une prise de risque conséquente : investissement conséquent pour une culture sensible aux vents, aux excès et manques d'eau, aux manques de minéraux.

b. Une valorisation économique reposant sur un contexte utopique

Le discours des promoteurs sur les modalités de rachat de bois proposées s'appuie sur l'assurance des débouchés alors qu'il n'y en n'a pas actuellement en France, tant pour des parcelles de production monospécifiques qu'en agroforesterie. Il entretient l'idée d'un rendement qui n'a jamais été éprouvé en France, que ce soit sur la durée des rotations, les volumes obtenus après coupe, ou la qualité du bois attendue. Le Paulownia est un arbre dont la production coûte cher, depuis la plantation jusqu'à la récolte ; étant donné la fragilité de l'arbre, c'est un investissement à risque.

c. La mal-adaptation du Paulownia aux conditions climatiques métropolitaines

Malgré les travaux de sélection, aucune souche ne permet à ce jour d'envisager sereinement une exploitation à rotation courte de bois de Paulownia en France métropolitaine. La vitesse de croissance des Paulownia, et la qualité de leur bois sont très fortement liés aux conditions pédoclimatiques de la parcelle de production. Rappelons que le Paulownia est originaire de contextes pédoclimatiques type subtropicaux ; même si les travaux de sélections ont permis l'obtention de souches plus résistantes au froid, la culture du Paulownia en France est nécessairement mal adaptée eu égard aux froids hivernaux, à la disponibilité en eau et à la somme de jours longs et chauds requis pour une pousse optimale.

d. La nature monospécifique et intensive des plantations de Paulownia à vocation de production de bois

La culture de Paulownia ne permet pas la création d'habitat naturel, et cela sur un temps long (minimum 20 ans). Ce type de monoculture engendre par ailleurs un risque de concentration de pathogènes pour lesquels la parcelle de production constitue un potentiel foyer de dissémination. Enfin, la logique d'exploitation par coupe à blanc, tout comme les intrants nécessaires à une pousse optimale des arbres sont des pratiques intensives susceptibles d'épuiser les sols et ses équilibres biologiques.

e. Une empreinte écologique qui questionne

Parmi les vertus prêtées au Paulownia, la capacité de stockage de carbone est celle qui est souvent mise en avant. Trop peu de données sont à l'origine de ces assertions, et aucune ne concerne des cultures réalisées en France ou sous un climat similaire. Aucune non plus ne considère les intrants nécessaires, ou les modalités de valorisation actuellement proposées (à l'étranger le plus souvent), eux aussi très consommateurs de carbone. Plus largement, c'est l'empreinte écologique du Paulownia qui questionne étant donné ses besoins et les impacts associés sur la biodiversité ; sur la simple question des intrants :

- irrigation : le pompage d'eau estival est susceptible de modifier les flux hydriques des masses d'eau souterraines et superficielles, ainsi que les écosystèmes associés.
- amendements organiques, minéraux ou chimiques : ils modifient durablement les écosystèmes du sol et en appauvrissent la biodiversité

f. Le caractère non-indigène en France et potentiellement à risque de l'essence

Le Paulownia est un taxon non indigène potentiellement envahissant en France, et dont la monoculture est fortement déconseillée étant donné les risques que représente une telle essence pour la biodiversité fonctionnelle des sols et des paysages. Si l'espèce est attirante pour certains insectes mellifères et pour les grands herbivores, elle ne participe pas autant à recréer des espaces de vie et d'interaction que ne le font les végétaux locaux ayant coévolué depuis des milliers d'années avec leurs pairs et les communautés faunistiques et fongiques. La biologie et l'écologie du Paulownia sont tels que l'espèce représente un risque pour les écosystèmes au sein desquels elle pourrait s'implanter.

Table des matières

Ce qu'il faut retenir	1
Caractéristiques	4
Nomenclature et taxonomie	4
Caractéristiques botaniques	4
Habitats et exigences pédoclimatiques.....	4
Aire de répartition	4
Interactions et risques pour la biodiversité.....	5
Particularités et usages	6
Intérêt pour la production de bois d'œuvre.....	6
Intérêt pour la production de bois énergie	6
Intérêt pour l'agroforesterie intraparcellaire	7
Intérêt pour la captation et séquestration de CO2	8
Autres intérêts potentiels	8
Mise en culture	9
Diversité des taxons cultivés.....	9
Itinéraires techniques de culture (du jeune plant à l'arbre élevé exploitable)	9
Sensibilité aux maladies.....	10
Marché en France	11
Concernant le bois d'œuvre.....	11
Concernant le bois énergie	12
Le contexte réglementaire applicable à la culture du Paulownia en France	13
Bibliographie consultée	14

Caractéristiques

Nomenclature et taxonomie

Le genre *Paulownia* forme à lui seul la famille des *Paulowniaceae*, après avoir été pendant longtemps inclus dans la famille des *Scrophulariaceae*. 9 espèces sont reconnues, sur une quinzaine de taxons décrits (les autres sont considérés comme des hybrides et variétés naturelles). Les trois espèces les plus connues et largement implantées dans les parcs et jardins d'Amérique du Nord, d'Europe et d'Australie sont : *Paulownia tomentosa*, *P. elongata*, *P. fortunei*.

Dans la suite du document, il a volontairement été décidé d'aborder le genre *Paulownia* dans son ensemble, plutôt qu'espèce et variétés prises individuellement, malgré les imprécisions que cela engendre forcément.

Caractéristiques botaniques

Grand arbre (jusqu'à 25m) à feuilles caduques, branches opposées, long pétiole portant un limbe entier à lobé dont la taille peut être très importante chez les individus jeunes (+30 cm de large). Inflorescence en grappe dressée, s'épanouissant avant la foliation. Fruits arrivant à maturité en hiver, et contenant de nombreuses petites graines naturellement dispersées par le vent ou l'eau à des distances atteignant un kilomètre ; la durée de viabilité des graines serait importante. Un individu peut vivre plus de 200 ans dans de bonnes conditions ; il est considéré comme arrivant à « maturité » (au sens de la production de graines) dès 8-10 ans. Sa vitesse de croissance est réputée être la plus importante parmi les arbres connus, avec un diamètre du tronc à hauteur de poitrine pouvant atteindre, en conditions optimales, près de 40 cm à 8-10 ans pour 20m de hauteur de tronc (variable selon les conditions d'exploitation).

Quelques photographies en annexe 1.

Habitats et exigences pédoclimatiques

Climat d'origine continental à subtropical, avec moyennes annuelles de températures de l'ordre de 15-16 °C, et pluviométrie moyenne annuelle proche de 1000mm. Espèce pionnière de pleine lumière, peu compétitive, et poussant sur des sols profonds plutôt drainant, faiblement argileux (25-30%), neutres à légèrement acides (pH 5 – 8.5), avec peu ou pas de salinité. Les *Paulownia* sont capables de pousser sur des sols riches ou pauvre en matière organique ; ils s'adaptent même aux sols pollués (métaux lourds, nitrates, etc.). Les *Paulownia* supportent très mal les températures trop basses (de -10 à -24°C selon les espèces), les gelées tardives, les engorgements d'eau dans le sol, et les vents supérieurs à 40km/h (forte prise au vent des feuilles). La croissance de la plupart des *Paulownia* est optimale lors des longues journées à températures oscillant entre 24 et 29°C.

Les *Paulownia* peuvent sans problème s'adapter aux habitats semi-naturel urbains (parcs et jardins).

Aire de répartition

Toutes les espèces de *Paulownia* sont originaires d'Asie orientale. La Chine compte naturellement 6 espèces et plusieurs hybrides, et reconnaît à ce genre des vertus et usages qui ont justifié sa plantation dès 2600 ans avant J-C. Ce n'est qu'au 19^e siècle (vers 1840 en Amérique du Nord) que les premiers *Paulownia* - surtout *P.tomentosa* - ont commencé à être implantés dans des parcs et jardins occidentaux principalement pour l'ornement et car c'est une essence à l'égard de laquelle les chinois ne manquaient pas d'éloge.

Interactions et risques pour la biodiversité

Les Paulownia sont considérés à certains égards comme des arbres ornementaux « agressifs », qui poussent rapidement dans les zones naturelles perturbées. Ce sont des essences dont la stratégie de développement pourrait être qualifiée de type r en écologie des populations, soit des essences pionnières, adaptées à des habitats perturbés, produisant beaucoup de graines (env. 20millions par arbre pour *Paulownia tomentosa*). Cela associé à la longévité de la viabilité des graines, leur caractère dispersable, leur facilité de germination, la faculté à drageonner et la rapidité de croissance des plants a justifié le classement de *Paulownia tomentosa* au titre des espèces invasives aux États-Unis et en Autriche, potentiellement invasives en Australie et à surveiller en Europe et zone méditerranéenne. En France, les Paulownia peuvent localement poser des problématiques similaires à celles qu'occasionnent les espèces exotiques envahissantes reconnues (notamment l'Ailanthé glanduleux - *Ailanthus altissima*). Les pratiques de monoculture sur des espèces ligneuses exotiques sont fortement déconseillées par le comité français de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature qui y identifie d'importants risques pour la biodiversité fonctionnelle des sols et des paysages (mal-adaptation, perturbation des cycles naturels) ; les parcelles de production de Paulownia ayant vocation de production de bois d'œuvre ou de bois énergie sont visées par cet avertissement.

Le plus souvent, les individus sont retrouvés isolés ou en bouquet, les graines ne germant pas si elles ne sont pas en pleine lumière. Les Paulownia sont globalement considérés comme attractifs pour les insectes pollinisateurs ; le miel issu des plantations de Paulownia égalerait en qualité le miel d'acacia.

Particularités et usages

Le genre Paulownia a été très étudié, car c'est une espèce à croissance rapide permettant une exploitation du bois sur des cycles relativement courts.

Intérêt pour la production de bois d'œuvre

Les Paulownia produisent un bois très léger, aux propriétés de résistance réputées intéressantes. Il est souvent comparé à différents égards aux peupliers, au Balsa, ou aux pins. Ci-dessous un tableau comparatif de quelques caractéristiques du bois :

Nom français	Peuplier noir	Balsa	Pin sylvestre	Hêtre	Paulownia
Nom latin	<i>Populus nigra</i>	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Paulownia tomentosa</i>
Poids à 12% humidité (kg/m ³)	385	150	550	710	280
Résistance aux coups ¹ (N)	2020	300	2420	6460	1330
Résistance à la ² rupture (kg/cm ²)	649	200	849	1123	385
Variation de volume du bois au séchage (%)	12.3	8.5	13.6	17.9	6.4
Déformation du bois au séchage ³	2.3	2.6	1.6	2	1.6

Le bois de Paulownia est considéré par ses promoteurs comme un bois léger, résistant, avec de bonnes capacités isolantes (car structure très vacuolaire, d'où également le faible poids), se déformant peu au séchage, étant également peu inflammable (sa température d'enflamment serait de 400°C, contre 220°C pour la plupart des autres essences), se travaillant bien (bonne capacité de déroulage), etc. Il est ainsi vanté par ses promoteurs comme excellent pour la construction de coques de bateau et planches de surf, habillages intérieurs de véhicules, construction de maisons légères, fabrication d'instruments de musique, emballages logistiques, etc. Les avis glanés sur des forums ne traduisent pas un consensus sur la qualité du bois de Paulownia en comparaison au discours des promoteurs de l'essence : le potentiel reste à confirmer, surtout pour un marché économique capable de valoriser les volumes de bois produits : la fabrication de planches de surf par des artisans bretons est un marché de niche qui ne saurait justifier la plantation de plusieurs milliers d'arbres.

Les propriétés du bois de Paulownia ont été évaluées comme très variables selon les espèces et cultivars, de l'ordre de 12% de variation phénotypique. Les données techniques disponibles et présentées dans la littérature sont à considérer avec d'autant plus de réserves que les mesures n'ont pas été réalisées sur des sujets cultivés en France. Enfin, les promoteurs de Paulownia indiquent des rentabilités de l'ordre de 450 à 600m³/ha à chaque coupe, contre une évaluation à 200m³/ha réellement valorisables en bois d'œuvre sur des parcelles de production en France. C'est donc avec une invitation à la prudence que la valorisation en bois d'œuvre du Paulownia devrait être promue, le temps au moins de disposer de références technico-économiques consolidées pour le territoire métropolitain.

Intérêt pour la production de bois énergie

Ci-dessous un tableau comparatif des pouvoirs calorifiques de différentes essences usuellement valorisées en France pour la production de chaleur ; le Paulownia a été ajouté en comparaison. Son

¹ Force à appliquer pour faire une marque dans le bois avec un objet rond

² Force à appliquer pour casser un morceau de bois

³ Rapport entre la déformation radiale et tangentielle du bois

pouvoir calorifique peut être considéré comme équivalent aux essences usuellement plébiscitées pour la production de chaleur.

Essence	Pouvoir calorifique à 0% humidité (kWh/kg)
Charme – <i>Carpinus betulus</i>	4.80
Chênes – <i>Quercus</i> sp.	4.93
Châtaignier – <i>Castanea sativa</i>	5.20
Frêne – <i>Fraxinus excelsior</i>	4.94
Aulne – <i>Alnus glutinosa</i>	4.90
Peupliers – <i>Populus</i> sp.	4.80
Epicéa – <i>Picea abies</i>	5.20
Paulownia sp.	5.00

La valorisation en granulé fait débat : une affirmation venant en contredire un autre dès lors que nous considérons le genre Paulownia dans son ensemble. Il semblerait que la pelletisation ne soit satisfaisante qu'après torréfaction de la sciure ce qui complexifie fortement le process et augmente le besoin d'énergie pour la fabrication.

La vitesse de croissance des Paulownia est considérée comme intéressante pour la production de biomasse car des coupes d'exploitation pourraient être envisagées tous les deux à trois ans, sans entretien des parcelles entre-temps. La littérature indique qu'à 3 ans, un arbre aura produit en moyenne 92kg de biomasse exploitable, avec un potentiel de rendement à l'hectare de près de 150 t biomasse/ha pour une parcelle gérée de manière intensive. Ces rendements potentiels sont démesurés et doivent être confrontés à d'autres données d'exploitation retrouvées dans la littérature : entre 1.7 et 3.5 t/ha pour une coupe de 2 ans, contre 20 à 37 t/ha au bout de 4 ans.

Intérêt pour l'agroforesterie intraparcellaire

Le recours aux Paulownia en agroforesterie intraparcellaire est étudié depuis plusieurs décennies en Chine. C'est un arbre qui y serait compatible car :

- L'essentiel des racines se trouve plus profond que les horizons du sol travaillés en agriculture : 76% des racines sont sous les premiers 40cm du sol ;
- La vitesse de croissance est très rapide (cycle de rotation sur 12 ans) ;
- L'apparition du feuillage est tardif en saison (mai) : les cultures peuvent bénéficier d'un plein ensoleillement au semis et lors de la reprise de pousse après l'hiver ;
- Les feuilles tombent tardivement (octobre) : les récoltes peuvent être effectuées avant la chute des feuilles ;
- La configuration du houppier et les feuilles laissent passer beaucoup de lumière (38% plus que le Robinier faux-acacia, 20% de plus que les peupliers).

En France il n'y a pas encore de retour d'expérience de cette pratique. Plusieurs risques sont néanmoins d'ores et déjà identifiés :

- Épuisement des sols et compétition forte pour les intrants et la ressource en eau ;
- Échec à la production de bois d'œuvre du fait d'un manque d'entretien des alignements d'arbres : entretien de la sous-strate, tailles des arbres ;
- Arrachements de feuilles lié à l'exposition aux vents, et conséquences pour les semis ou jeunes pousses d'automne ;
- Resemis dans la parcelle (sauf si ce sont des hybrides qui ont été plantés) ou drageonnement (suite à cassure du système racinaire lors des travaux agricoles) - peu de risques si sanctuarisation d'un espace suffisant pour la flore spontanée en pied d'arbre.

Certains conseillent d'inclure du Paulownia dans les séquences de plantation des haies afin de séquestrer du carbone et de former rapidement une strate arborescente sous couvert de laquelle pourront se développer d'autres arbres (nécessairement moins héliophiles). Cependant, il faut rappeler que la plantation de haies a vocation à restaurer de la fonctionnalité écologique dans les paysages, et qu'il n'est pas recommandé d'y inclure des essences exotiques capable de disséminer abondamment, d'autant plus lorsque leur caractère non-invasif n'a pas été statué.

Intérêt pour la captation et séquestration de CO₂

Les Paulownia sont réputés être des plantes ayant la capacité de stocker au moins 10 fois plus de carbone que n'importe quel autre arbre, et cela du fait de leur rapidité de croissance. Ce même caractère a justifié de considérer que le Paulownia a un métabolisme de type C₄, et qu'il aurait ainsi une capacité de captation et de stockage du CO₂ plus importantes que les autres arbres (métabolisme usuel en C₃). Une étude récente appelle à la prudence après avoir démontré que le discours relayé dans les publications scientifiques au cours des dernières décennies n'était pas fondé sur des démonstrations scientifiques et qu'en l'occurrence, bien plus d'éléments laissent à penser que les Paulownia ont un métabolisme de type C₃. Cette même étude précise également que le caractère « puits de CO₂ » du Paulownia s'appuie sur un nombre d'études très faible et peu robustes, et que les recherches sont à poursuivre sur ce sujet.

Autres intérêts potentiels

Des études mettent en évidence l'intérêt potentiel de Paulownia à d'autres fins, notamment :

- Alimentation animale : frais, sec, ou en ensilage, en accompagnement d'autres aliments (risque de détérioration de la flore intestinale avéré chez des lapins d'élevage)
- Dépollution des sols : du fait de la tolérance de l'arbre aux nitrates, métaux lourds et autres contaminants
- Amendements organiques : associé aux capacités potentielles de stockage de carbone dans les feuilles
- Apiculture : qualité équivalent à acacia ; considéré comme bonne source de nectar en Chine (discours repris par bon nombre d'apiculteurs en France)
- Usages traditionnels : considéré comme un arbre médicinal dans la pharmacopée chinoise
- Ornemental : largement planté dans les parcs et jardins en Amérique du Nord, Europe, Japon
- Pâte à papier : la faible longueur des fibres pourrait être valorisée dans la confection de pâte à papier
- Biocombustible : les courtes fibres de cellulose et la vitesse de croissance de ces essences sont jugés intéressants pour la production de bioéthanol et de biogaz.

Mise en culture

Les modalités de mise en culture des Paulownia varie selon les objectifs d'exploitation recherchés.

Diversité des taxons cultivés

Les traces les plus anciennes attestant de la culture du Paulownia remontent à 2600 avant J-C, en Chine.

Les espèces les plus cultivés à toute fin utile sont : *P.tomentosa*, *P.elongata* et *P.fortunei*. Plusieurs hybrides ont été sélectionnés et sont disponibles sur le marché, avec des critères de sélection axés autour de l'adaptabilité à des climats semi-arides, océaniques et continentaux tels que présent en Europe. Sans être limitatifs, les hybrides de *P.elongata* x *fortunei* seraient particulièrement intéressants pour la production de bois, tandis que les hybrides de *P.fortunei* x *tomentosa* seraient plus intéressants pour l'agroforesterie intraparcellaire. Pour la production de biomasse, les espèces *P.tomentosa* et *P.elongata* sont réputées avoir de bons rendements.

Actuellement en Europe, certains hybrides disponibles sur le marché permettent d'envisager une exploitation économique du Paulownia. Cette exploitation économique repose pour beaucoup sur la capacité de mettre en place des rotations courtes, elle-même dépendantes des conditions stationnelles. Sur le continent européen, seule la portion méridionale et le centre-est (Balkans notamment) disposent actuellement de conditions climatiques présentant un réel potentiel ; le réchauffement climatique pourrait faire évoluer ce zonage. Actuellement, les conditions pédoclimatiques du territoire métropolitain ne sont a priori pas les plus favorables à la culture du Paulownia. Nous n'avons pas trouvé de références techniques fiables indiquant le contraire, que ce soit pour la monoculture ou l'agroforesterie intraparcellaire. En effet, les signaux issus de la littérature scientifique et de quelques retours d'expériences de plantation en métropole invitent plutôt à la prudence.

Itinéraires techniques de culture (du jeune plant à l'arbre élevé exploitable)

Les conditions de culture des Paulownia doivent s'approcher au plus de leur habitat naturel. Ainsi la parcelle doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Sol profond, peu à moyennement argileux, drainant (ou en pente), avec une faible capacité d'engorgement jusqu'à 1.5-2m sous la surface ;
- Pluviométrie d'au moins 800mm/an, et arrosage nécessaire en saison de pousse s'il pleut moins de 50mm. La première saison de pousse est particulièrement critique, d'où les recommandations des promoteurs de Paulownia d'arroser à raison de 5 à 10L d'eau par arbre et par semaine les 8 à 12 semaines suivant plantation ;
- à l'abri des vents (si vents supérieurs à 28km/h, besoin de tuteurer ou de brise-vent les premières années ; dommages sur les feuilles des jeunes sujets dès 40km/h ; risque de casse/déracinement à partir de 100km/h) ;
- à l'abri des grands froids (pour éviter le gel des jeunes pousses, et les ralentissements de croissance) ;
- très bien exposée (besoin de plus de 60% de pleine lumière en journée pour *P.elongata*).

Pour que la pousse soit rapide, des amendements sont souvent nécessaires car les arbres ont tendance à épuiser le sol, tout du moins dans le cas de plantations monospécifiques. Une fertilisation complète de fond y est souvent requise au choix :

- en hiver : 2x 1 kg par arbre de NPK 10/10/10 ou équivalent ;

- au printemps : à raison de 100g de NPK 15/15/15 ou équivalent par arbre tous les 15j durant la saison de production.

Il est le plus souvent recommandé un travail du sol complet (labour + décompactage) et profond (> 40cm) lors de l'implantation. La plantation se fait usuellement à partir de jeunes plants multipliés in vitro, ou de boutures de racine. En monoculture, les densités de plantations pratiquées sont de 2000 à 3300 arbres/ha (un tous les 1,5m à 2,2m) pour la production de biomasse, contre 400 à 750/ha (un tous les 3,7m à 5m) pour la production de bois d'œuvre.

Les Paulownia nécessitent un entretien conséquent :

- si les jeunes pousses sont ombragées, la croissance sera ralentie. Aussi les promoteurs de Paulownia recommandent-ils généralement des traitements herbicides jusqu'à 1-2 ans ou 3-4m de haut et a minima le broyage des sous-strates.
- pour une exploitation en bois d'œuvre, il faut accompagner la formation du bois afin de maximiser la hauteur du tronc et de maîtriser la hauteur de la couronne. Aussi est-il recommandé de tailler régulièrement (toutes les 6-8 semaines) les branches poussantes en saison de croissance, ou à défaut de faire une taille unique en hiver.
- Afin de renforcer les arbres, il est parfois conseillé d'effectuer une cépée à la fin de la première année de croissance et de sélectionner la tige la plus forte pour former le tronc qui sera exploité ; cette méthode engendrerait néanmoins un risque pour les arbres étant donné leur plus grande sensibilité aux maladies après cépée.

Une parcelle est réputée pouvoir subir 3 à 5 rotations d'exploitation avant qu'il ne soit nécessaire de replanter car les Paulownia recèpent très bien.

Les promoteurs du Paulownia justifient souvent l'intérêt des plantations de Paulownia par les rotations d'exploitation courtes. Notons que la vitesse de croissance du Paulownia est très dépendante des conditions environnementales. Ainsi, pour une qualité de bois d'œuvre équivalente, lorsque les rotations d'exploitation sont de l'ordre de 7 à 10 ans en Chine (conditions optimales), elles sont de 12-15 ans en Europe méridionale, et estimées à 20-30 ans pour le nord-ouest de l'Europe (les bouleaux et peupliers pousseraient plus vite).

Sensibilité aux maladies

Les Paulownia peuvent être affectés de plusieurs maladies, mais aucune en Europe ne semble encore réellement inquiétante, d'autant plus que les méthodes de production de plants limitent très fortement la propagation des éventuels nuisibles. Notons que la maladie dite « du balai de sorcière » (une sorte de galle induite) est probablement la maladie la plus problématique, du moins en Chine. Une solution génétique aurait été identifiée. Des phénomènes de pourritures peuvent également être observés :

- Oïdium (feuilles)
- Armillaire (racines)
- Fonte des semis induits par *Pythium splendens*, *P. spinosum*, *P. myriotylum* et *Rhizoctonia solani*)
- anthracnose (dû à *Gloeosporium kawakamii*)
- Autres pourritures racinaires (induites par *Phytophthora palmivora* et *parasitica*, ou *Sclerotinia sclerotiorum*).

Les maladies fongiques sont plus présentes sur les individus ayant déjà subis une cépée.

Les Paulownia sont également sujets à abrutissement et doivent être correctement protégés à la plantation.

Marché en France

Les deux seuls marchés auxquels pourraient être destinés les bois de Paulownia produits en France sont a priori le bois d'œuvre, et le bois énergie. Avec l'essor des unités de méthanisation agricole en France, il pourrait y avoir un débouché encore non évalué pour cette essence, considérant une exploitation annuelle des parcelles.

Actuellement, le marché du bois d'œuvre est essentiellement étranger concernant le Paulownia.

Concernant le bois d'œuvre

Coûts pour l'exploitant des terres : pour une parcelle de production de bois d'œuvre en monoculture (densité de 400 tiges/ha avec recépage à 1 an), les coûts d'implantation et d'entretien de la parcelle ont été estimés à 20 350 € sur un cycle de neuf ans (données chambre agriculture Gironde – comptabilise fourniture des plants, irrigation, fertilisation, taille à raison d'en moyenne 4€/arbre/an [= estimation probablement basse étant donné le temps requis pour le seul travail de taille]). Les 3 cycles d'exploitation suivants n'ayant plus besoin de l'investissement de la plantation ni du recépage à un an, leurs coûts peuvent être évalués sur la même base à 15 000 € sur 9 ans.

En Agroforesterie intraparcellaire, là où la valorisation en bois d'œuvre est également recherchée et sur la même base de calcul (à défaut de références dédiées), le coût à l'hectare pour l'exploitant est à diviser par quatre (car 100 arbres/ha maximum) soit 5 090 € sur un cycle initial de neuf ans, et 3 750€ sur les cycles suivants.

Revenus pour l'exploitant des terres

Les sociétés promotrices du Paulownia indiquent des rentabilités entre 64 000 et 87 500€ tous les 7 ans. Étant donné l'inexistence de filières d'exploitation et de valorisation du bois de Paulownia en France, les sociétés promotrices proposent un service d'exploitation et de rachat du bois ; ces sociétés (à l'image de Kiritec) n'étant pas basées en France, elles proposent de contractualiser, dès la plantation, le rachat du bois sous conditions de « bons » rendements en qualité et quantité de bois. Leurs prix de rachat annoncés (150 €/m³) concernent des parcelles de production idéales, où les rendements atteignent 450 à 600 m³ valorisables en bois d'œuvre à chaque coupe – données issues des sociétés WeGrow et ABPaulownia.

Il est plus prudent d'estimer à 200m³/ha les rendements en bois d'œuvre atteignables en France sur un cycle de 9 ans, ainsi que des prix de rachat de 120€/m³. Ainsi, pour un hectare de production en monoculture, le chiffre d'affaires à l'hectare serait de : Rendement x prix de rachat = 200m³ x 120€ = 24 000€/ha

Pour une parcelle en agroforesterie intraparcellaire avec une densité maximale⁴ de 100 arbres / ha, les rendements potentiels maximum seraient de 8 000 €/ha. Avec une inconnue potentielle : à partir de quel nombre d'arbres plantés les firmes qui proposent de racheter le bois acceptent-elles la contractualisation de rachat du bois ?

Marge potentielle à la première coupe : prix de rachat – coût d'exploitation = 24 000€ – 20 350€ = 3 650 €/ha/9ans = 405€/ha/an pour le premier cycle en monoculture. En agroforesterie intraparcellaire, la

⁴ Densité maximale pour que la parcelle conserve un statut agricole (hectare admissible) au sens de la PAC et donc puisse bénéficier des aides du premier pilier (cf. page 323 du PSN : « Sur les surfaces en terres arables et cultures permanentes, une densité maximale d'arbres d'essence forestière disséminés est fixée à cent arbres par hectare. Si cette densité est dépassée, la parcelle entière n'est pas admissible. Les arbres fruitiers sont toujours admissibles quelle que soit leur densité. »

marge potentielle de « l'atelier Paulownia » serait de 101 €/ha/an, ce au regard de quoi il faut déduire le manque à gagner de la surface qui est retranchée aux cultures.

Marge potentielle aux coupes suivantes : $24\ 000\text{€} - 15\ 000\text{€} = 9\ 000\text{€/ha/9ans} = 1\ 000\text{€/ha/an}$ pour un hectare en monoculture. Marge de 250 €/ha/an en agroforesterie intraparcellaire, avant déduction du manque à gagner de la surface qui est retranchée aux cultures

- ⇒ Si la marge potentielle n'est pas mauvaise, elle est très en dessous des marges annoncées par les promoteurs de Paulownia. De plus, elle repose sur différents facteurs tels que la capacité de l'exploitant à y consacrer une parcelle adaptée, à bien mener l'itinéraire technique (très chronophage en temps et en technique pour l'obtention de bois valorisable en bois d'œuvre), ainsi que sur des conditions climatiques idéales (et sans accident de tempêtes, sécheresse) permettant d'envisager des cycles courts d'exploitation.

Concernant le bois énergie

Coût pour l'exploitant des terres : pour une parcelle d'exploitation de bois énergie (densité de 2 000 tiges/ha sans recépage), les coûts d'implantation en d'entretien de la parcelle peuvent être estimés à environ 30 000 € sur 20 ans d'exploitation.

Revenus pour l'exploitant des terres : les sociétés promotrices du Paulownia ne promeuvent pas le Paulownia pour la production de bois énergie. Par comparaison avec le marché actuel du bois déchiqueté, il est raisonnable de considérer des rentabilités de l'ordre de 15€/t. Ainsi pour un rendement à 4 ans de 37t/ha, le chiffre d'affaires serait de $15\text{€} \times 37\text{t} = 550\text{€/ha}$ à chaque coupe, 2 750€/ha sur 20 ans (=perte de 27 250€ par rapport à l'investissement de départ). Avec des rendements proches des rendements exceptionnels avancés dans la littérature, et des prix d'achats élevés (de l'ordre de 30€/t), le chiffre d'affaires à 20 ans serait de $200\text{t} \times 30\text{€} \times 5\text{ coupes} = 30\ 000\text{€/ha}$, soit un bénéfice nul.

Ainsi, il est clairement illusoire d'envisager dégager de la rentabilité d'une parcelle de Paulownia implantée à des fins de production de bois déchiqueté.

Le contexte réglementaire applicable à la culture du Paulownia en France

Plusieurs articles et notes techniques parues récemment invitent à la réserve quant à la mise en place de parcelles de production de Paulownia tant qu'il n'y aura pas de retour d'expérience complet sur l'exploitation et la valorisation économique de cette ressource en France. Par ailleurs, le contexte réglementaire ne convient pas à la monoculture de Paulownia, tant au titre du code forestier, que de la réglementation s'appliquant aux espaces agricoles (code rural, de l'environnement, PAC) :

- Les paulownias ne sont pas reconnus comme des essences forestières standard, ce qui exclut leur culture des subventions et des avantages fiscaux usuellement associés aux parcelles de reboisement. Cependant, une telle plantation est malgré tout soumise à déclaration et autorisation préalable de la collectivité concernée.
- Pour des plantations de densité supérieures à 100 arbres/ha en parcelle agricole, il y a perte des subventions de la PAC.

Par ailleurs, certains arrêtés réglementaires ponctuels représentent une difficulté supplémentaire dans la réussite de la monoculture de Paulownia en France. En effet, des étés secs impliquent d'irriguer les parcelles sous peine d'un ralentissement de la croissance des arbres, voire de leur mort. Or, la production de bois ne figurant pas aux dérogations sur les restrictions d'utilisation d'eau, il n'est pas toujours possible d'arroser les parcelles. Choisir de planter les paulownias dans des parcelles engorgées l'hiver (terrains similaires à ceux recherchés pour la production de peupliers) n'est pas pour autant souhaitable : les racines sont sensibles aux excès d'humidité (pourritures).

Bibliographie consultée

- « Fiche diversification : Paulownia ». Chambre d'agriculture de la Gironde. Consulté le: 4 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : https://gironde.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Nouvelle-Aquitaine/100_Inst-Gironde/Documents/pdf_diversifier_votre_activite/2024_fichediv_paulownia_vf_web.pdf
- « Le Paulownia en Bretagne ». Fibois Bretagne; 2024. Disponible sur : https://www.fiboisbretagne.fr/app/uploads/2024/07/note_paulownia_fibois-bretagne_v3.pdf
- « Le Paulownia », Chambre d'agriculture du Gers. Consulté le : 18 nov 2024 [En ligne]. Disponible sur : <https://gers.chambre-agriculture.fr/actualites/detail-de-lactualite/actualites/le-paulownia/>
- « Le recours aux espèces forestières exotiques dans le contexte du changement climatique ». Comité français de l'UICN, 7 p., 2024. Disponible sur: https://uicn.fr/wp-content/uploads/2024/05/note-de-position-uicn-cf-recours-aux-ee-en-forets_vf.pdf
- « Mise en garde sur le Paulownia et les boisements en terres agricoles », Chambre d'agriculture Bretagne. Consulté le : 4 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://bretagne.chambres-agriculture.fr/mes-actus/toutes-les-actus-agricoles-bretonnes/detail-de-lactualite/actualites/mise-en-garde-sur-le-paulownia-et-les-boisements-en-terres-agricoles/>
- « Mises en garde à connaître avant de planter du Paulownia », Chambre d'agriculture de Bretagne. Consulté le : 18 nov 2024 [En ligne]. Disponible sur : <https://bretagne.chambres-agriculture.fr/mes-actus/toutes-les-actus-agricoles-bretonnes/detail-de-lactualite/actualites/mises-en-garde-a-connaître-avant-de-planter-du-paulownia/>
- « Paulownia | The Wood Database (Hardwood) ». Consulté le : 24 avril 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.wood-database.com/paulownia/>
- « Paulownia et boisements en terres agricoles », Chambre d'agriculture Pays de la Loire. Consulté le: 4 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/actualites-1/detail-de-lactualite/paulownia-et-boisements-en-terres-agricoles>
- « Paulownia in Flora of China @ efloras.org ». Consulté le : 24 avril 2024. [En ligne]. Disponible sur : http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=124177
- « Paulownia tomentosa », European and Mediterranean Plant Protection Organization. Consulté le : 17 mai 2024. [En ligne]. Disponible sur : https://www.eppo.int/ACTIVITIES/plant_quarantine/alert_list_plants/https%3A%2F%2Fwww.eppo.int%2FACTIVITIES%2Fplant_quarantine%2Falert_list_plants%2Fpaulownia_tomentosa
- « Plantez un arbre pour investir dans l'écologie ». Consulté le : 26 avril 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.abpaulownia.fr/>
- « Worldpaulownia ». Consulté le : 26 avril 2024. [En ligne]. Disponible sur : <https://worldpaulownia.com/>
- Aloi F. *et al.*, « Phytophthora Root and Collar Rot of Paulownia, a New Disease for Europe », *Forests*, vol. 12, n° 12 - 1664, nov. 2021, doi : [10.3390/f12121664](https://doi.org/10.3390/f12121664).
- Al-Sagheer A. *et al.*, « Paulownia Leaves as A New Feed Resource: Chemical Composition and Effects on Growth, Carcasses, Digestibility, Blood Biochemistry, and Intestinal Bacterial Populations of Growing Rabbits », *Animals*, vol. 9, n° 3 – 95, 13p., mars 2019, doi : [10.3390/ani9030095](https://doi.org/10.3390/ani9030095).

- Barbu M. C., Tudor E. M., Buresova K., et A. Petutschnigg, « Assessment of Physical and Mechanical Properties Considering the Stem Height and Cross-Section of *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. x *elongata* (S.Y.Hu) Wood », *Forests*, vol. 14, n° 3 - 589, 19 p., mars 2023, doi: [10.3390/f14030589](https://doi.org/10.3390/f14030589).
- Bonigen J. et B. Cano, « État des connaissances sur le Paulownia - un engouement récent en France sur un genre peu connu ». Centre National de la Propriété Forestière; 2024. Disponible sur: https://fibois-grandest.com/wp-content/uploads/2024/09/Synthese_CNPF-IDF_Paulownia_2024.pdf
- Costea M., Danci M., Ciulca S., et R. Sumalan, « GENUS PAULOWNIA: VERSATILE WOODSPECIES WITH MULTIPLE USES - A REVIEW », *LSSD*, vol. 2, n° 1, p. 32-40, juill. 2021, doi : [10.58509/lssd.v2i1.75](https://doi.org/10.58509/lssd.v2i1.75).
- Durán Zuazo V. H., Francia Martínez J. R., Pleguezuelo C. R. R. et S. C. Távira, « Biomass yields potential of Paulownia trees in a semiarid mediterranean environment », *Journal of Land Use Science*, vol. 9, n° 4, p. 474-486, oct. 2014, doi : [10.1080/1747423X.2013.807313](https://doi.org/10.1080/1747423X.2013.807313).
- El-Showk S. et N. El-Showk, « The Paulownia Tree: An Alternative for Sustainable Forestry », The Farm 2003. Disponible sur : https://www.cropdevelopment.org/docs/PaulowniaBooklet_fr.pdf
- Franz E., « From ornamental to detrimental? The incipient invasion of Central Europe by *Paulownia tomentosa* », *Preslia*, n° 79, p. 377-389, 2007.
- García-Morote F. *et al.*, « Stem Biomass Production of *Paulownia elongata* x *P. fortunei* under Low Irrigation in a Semi-Arid Environment », *Forests*, vol. 5, n° 10, p. 2505-2520, oct. 2014, doi : [10.3390/f5102505](https://doi.org/10.3390/f5102505).
- Jakubowski M., « Cultivation Potential and Uses of Paulownia Wood: A Review », *Forests*, vol. 13, n° 5 - 668, 15p., avr. 2022, doi : [10.3390/f13050668](https://doi.org/10.3390/f13050668).
- Jensen J. B., « An investigation into the suitability of Paulownia as an agroforestry species for UK & NW European farming systems », 213 p., mai 2016, doi : [10.13140/RG.2.2.31955.78882](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31955.78882)
- Lebosse V., « Enquête. “Buzz” du paulownia : les promesses faites aux agriculteurs sur cet arbre sont-elles crédibles ? », Enquêtes d’actu. Consulté le: 4 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur: https://actu.fr/economie/enquete-buzz-du-paulownia-les-promesses-faites-aux-agriculteurs-sur-cet-arbre-sont-elles-credibles_60745458.html
- Lebosse V., « Interview. La culture du paulownia “globalement positive” pour l’environnement, selon cette chercheuse », Enquêtes d’actu. Consulté le: 4 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur: https://actu.fr/planete/biodiversite/la-culture-du-paulownia-globalement-positive-pour-l-environnement-selon-cette-chercheuse_60767199.html
- Liu T. X. et S. W. Zhang, « Agroforestry Systems in Northern Temperate Zone and Productive Perspectives », *AMR*, vol. 304, p. 253-258, juill. 2011, doi : [10.4028/www.scientific.net/AMR.304.253](https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.304.253).
- Livia B. R., Maxim A., Odagiu A., Balint C. et R. M. Hartagan, « Paulownia sp. Used as an Energetic Plant, for the Phytoremediation of Soils and in Agroforestry Systems ». ProEnvironment/ProMediu, avril 2018. Disponible sur : <https://bioeconomysolutions.com/wp-content/uploads/2021/07/Paulownia-Soil-Remediation-1.pdf>
- Longbrake A. C. W., « Ecology and invasive potential of *Paulownia tomentosa* (Scrophulariaceae) in a hardwood forest landscape ». ProQuest, Août 2001, 24 p. Disponible sur: <https://www.proquest.com/openview/0ec59d14eb1cec2c33d15be2c9f2356e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>

Magar L. B. *et al.*, « Total Biomass Carbon Sequestration Ability Under the Changing Climatic Condition by *Paulownia tomentosa* Steud », *Int J Appl Sci Biotechnol*, vol. 6, n° 3, p. 220-226, oct. 2018, doi : [10.3126/ijasbt.v6i3.20772](https://doi.org/10.3126/ijasbt.v6i3.20772).

Muller S. et F. Santi, « Dans nos villes et nos campagnes, le paulownia est-il un arbre aussi “magique” qu’on le dit ? », *The Conversation*, novembre 2023. Disponible sur : <https://theconversation.com/dans-nos-villes-et-nos-campagnes-le-paulownia-est-il-un-arbre-aussi-magique-quon-le-dit-217851>

Poirier G., « Le paulownia est-il un arbre aussi « magique » qu’on le dit ? », *Fibois Pays de la Loire*. Consulté le: 4 juin 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.fibois-paysdelaloire.fr/paulownia-un-arbre-vraiment-magique/>

Soubeyran Y., « Deuxième webconférence « Plantes exotiques envahissantes : retours d’expériences et solutions pratiques » », *CDR-EEE*, janvier 2024. Disponible sur : <https://especes-exotiques-envahissantes.fr/deuxieme-webconference-plantes-exotiques-envahissantes-retours-dexperiences-et-solutions-pratiques/>

Sugawara K., Omiya K., Fujii H., Kato S., et S. Suzuki, « Development of carbon fixation technology by afforestation of fast-growing paulownia trees: An example in Fukushima prefecture, Japan ». *The Japanese Association for Arid Land Studies*, 30 décembre 2022. Doi : [10.14976/jals.32.S_7](https://doi.org/10.14976/jals.32.S_7).

Woods V.B., « Paulownia as a novel biomass crop for Northern Ireland ? » *Global Research Unit - Agri-Food and Biosciences Institute*, 2008. doi: [10.3390/f13050668](https://doi.org/10.3390/f13050668)

Young S. N. R. et M. R. Lundgren, « C₄ photosynthesis in *Paulownia* ? A case of inaccurate citations », *Plants People Planet*, vol. 5, n° 2, p. 292-303, mars 2023, doi : [10.1002/ppp3.10343](https://doi.org/10.1002/ppp3.10343).

Annexe 1



Figure 1. *P. elongata* (Gerard Holmes - invasives.org)



Figure 2. *P. tomentosa* (Chris Evans - invasives.org)



Figure 3. *P.tomentosa* (Leslie J. Mehrhoff - invasives.org)



Figure 4. *P.tomentosa* (Leslie J. Mehrhoff - invasives.org)



Figure 5. *P.tomentosa* (Leslie J. Mehrhoff - invasives.org)