



AUTOLOG[®]

FPIInnovations



Séparateur d'essences

Francis Paquin, Ph.D

22 avril 2021

SOMMAIRE

1. Les besoins d'amélioration au séchage
2. La séparation des essences : Un élément clé de l'optimisation au séchage
3. Fonctionnement du système de séparation d'essences i-DNA : Lorsque l'intelligence artificielle s'immisce au sein de la technologie
4. Résultats et Performances du système
5. Technologies additionnelles
6. Questions

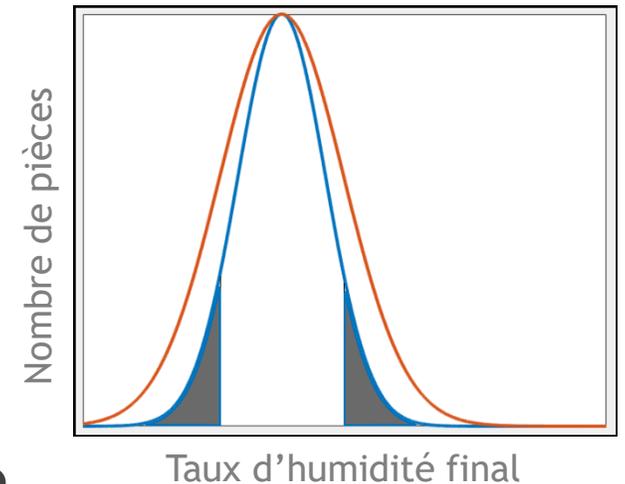
1. Les besoins d'amélioration au séchage

Améliorer la qualité du séchage

- ▶ Améliorer (réduire) la distribution en taux d'humidité
- ▶ Améliorer la récupération
 - ▶ Réduire le % de pièces humides
 - ▶ Réduire la dégradation causée par le sur-séchage

Réduire les coûts et augmenter le débit de séchage

- ▶ Réduire le temps de séchage → augmenter la productivité du séchoir
- ▶ Réduire la consommation énergétique



2. La séparation des essences. Un élément clé de l'optimisation au séchage.

Les propriétés qui affectent le séchage dépendent de l'espèce :

Le taux d'humidité initial et sa variabilité

La perméabilité du bois

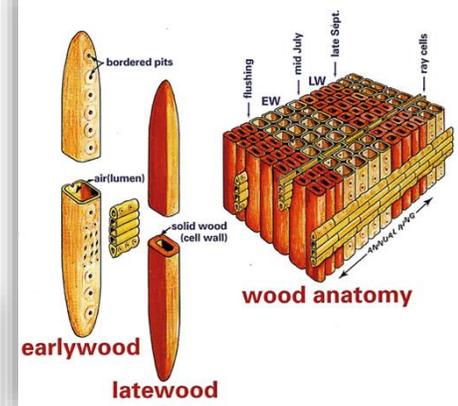
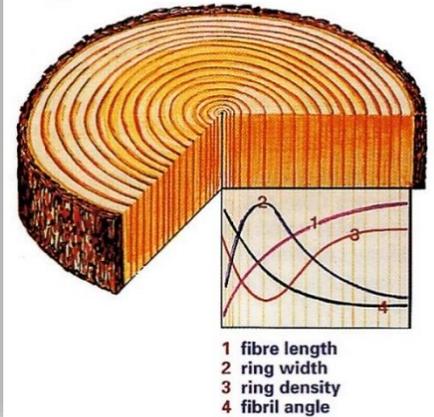
Proportion de bois de cœur vs aubier

La densité du bois et sa variabilité

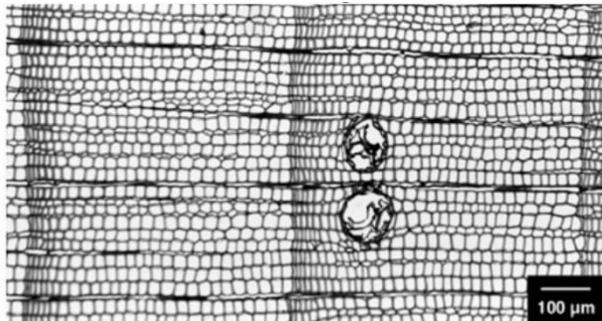
Le taux de croissance

Etc.

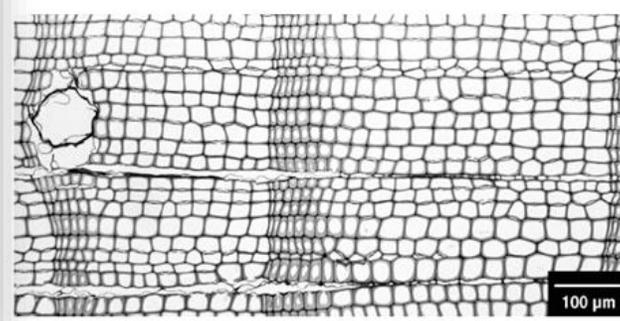
Caractéristiques de la moelle à l'écorce



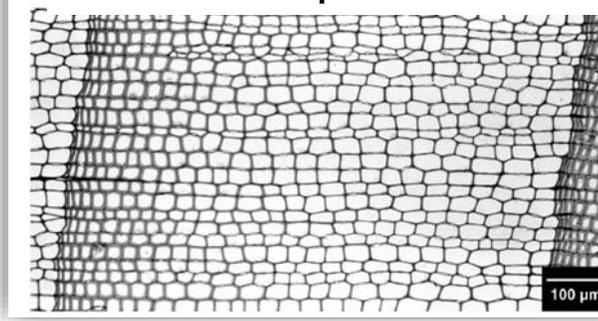
Épinette



Pin

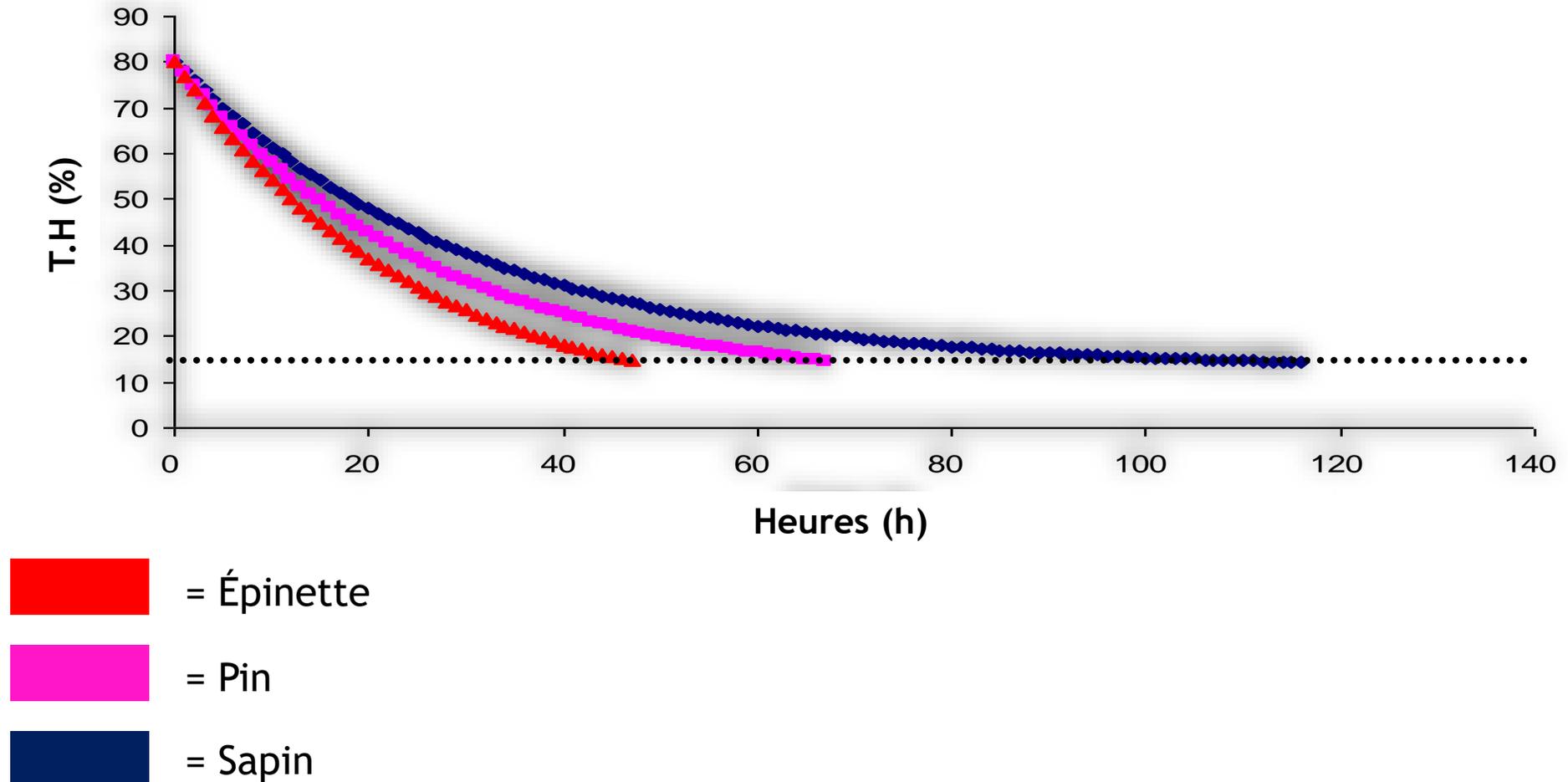


Sapin



2. La séparation des essences. Un élément clé de l'optimisation au séchage.

Courbes de séchage pour différentes essences



2. La séparation des essences. Un élément clé de l'optimisation au séchage.

Parfois, le taux d'humidité initial et la densité ne sont pas des bons indicateurs du temps de séchage.

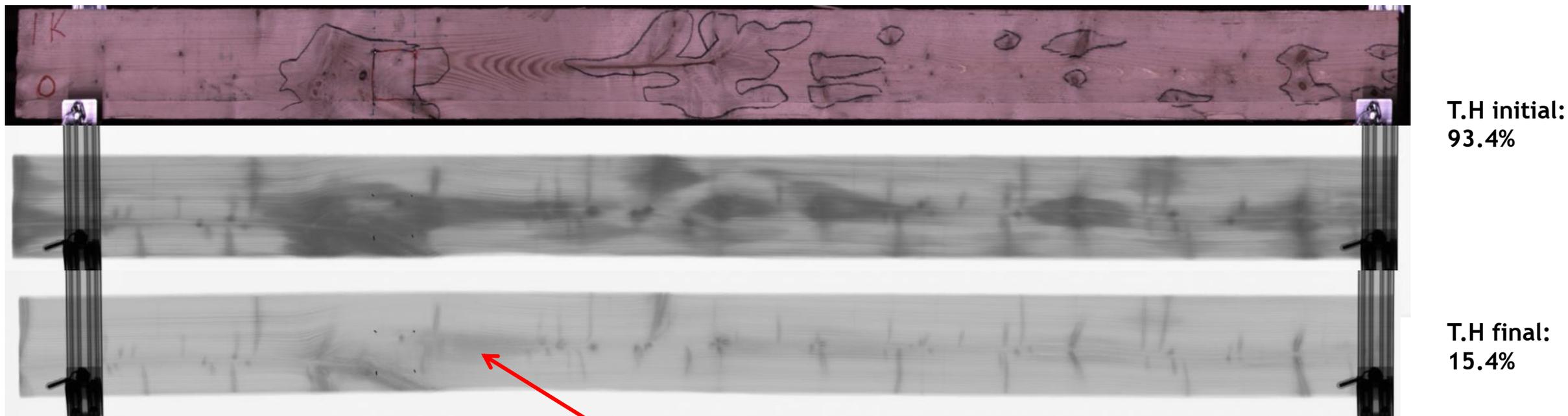


Image rayons-X d'une pièce de sapin qui montre la présence de poches d'eau après le séchage. L'humidité moyenne de la pièce est d'environ 15%.

2. La séparation des essences. Un élément clé de l'optimisation au séchage.

Parfois, le taux d'humidité initial et la densité ne sont pas des bons indicateurs du temps de séchage.

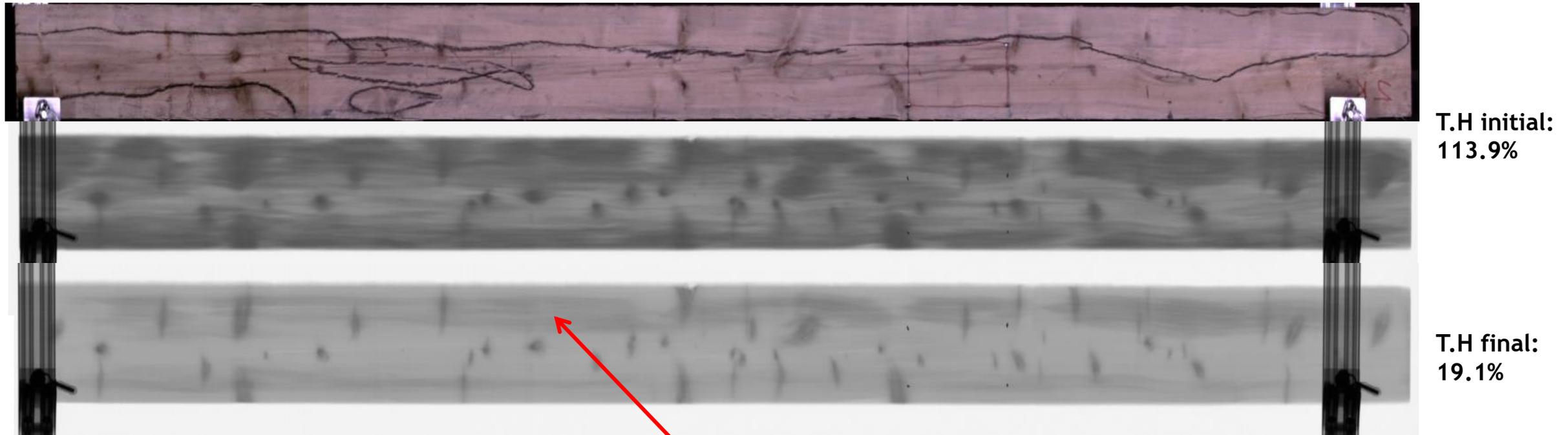


Image rayons-X d'une pièce de sapin qui montre la présence de poches d'eau après le séchage. L'humidité moyenne de la pièce est d'environ 19%.

2. La séparation des essences. Un élément clé de l'optimisation au séchage.

Étude de FPIinnovations avec le logiciel OASiS. Les simulations avec des données réelles démontrent que :

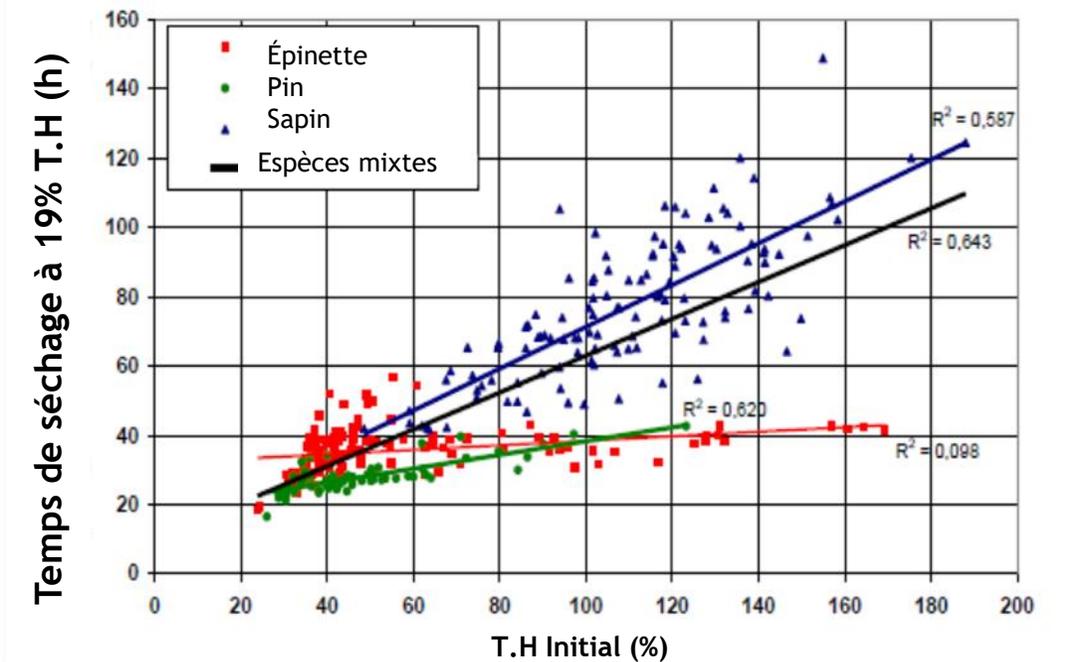
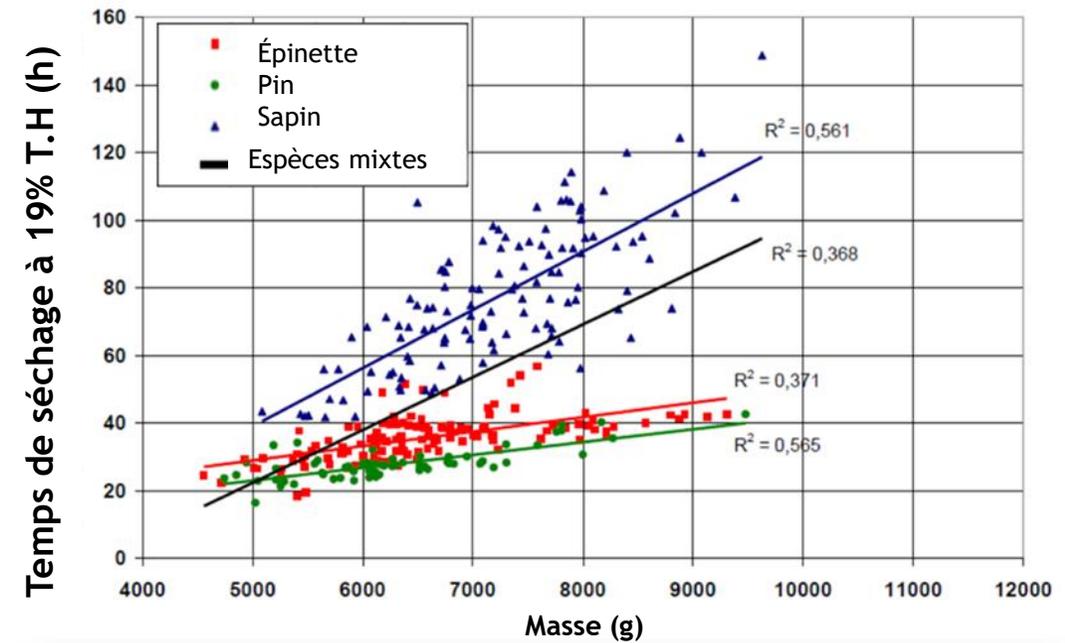
- La stratégie de séparation optimale (2 catégories) est obtenue par une séparation des espèces
- Un système efficace qui peut séparer le sapin de l'épinette/pin apporte un gain de productivité pouvant atteindre jusqu'à ~30%

Critère de séparation	Valeur de séparation optimale	Gain en productivité de séchage
Espèces (Épinette/Pin vs Sapin)	Épinette/pin vs sapin	31.7%
T.H initial	71%	26.4%
Poid initial	6.70 kg	15.5%

- Temps de séchage moyen de l'épinette : 45 h
- Temps de séchage moyen du sapin : 111 h

2. La séparation des essences. Un élément clé de l'optimisation au séchage.

- Pour un lot d'espèces mélangées, le taux d'humidité et le poids initial ne sont pas des bons indicateurs du temps de séchage
- Le sapin a une distribution relativement large en temps de séchage. Cette dernière peut être réduite avec une séparation additionnelle avec le T.H. ou le poids initial.



2. La séparation des essences. Un élément clé de l'optimisation au séchage.

Qu'elle est la meilleure façon de pré-trier pour le séchage ?

- ▶ Trier les billots peut être pratique pour certaines usines, mais les coûts additionnels ou les besoins de balancer l'inventaire, les diamètres etc. rend cette méthode indésirable pour plusieurs
- ▶ Trier les planches "on-line" devient une option très intéressante pour la majorité des usines



3. Fonctionnement du système de séparation d'essences **i-DNA** :

Lorsque l'intelligence artificielle s'immisce au sein de la technologie

- Spectroscopie proche infrarouge
+
- Réseaux de neurones profonds (Deep Learning Network)

i-DNA
IDENTIFICATION D'ESSENCES

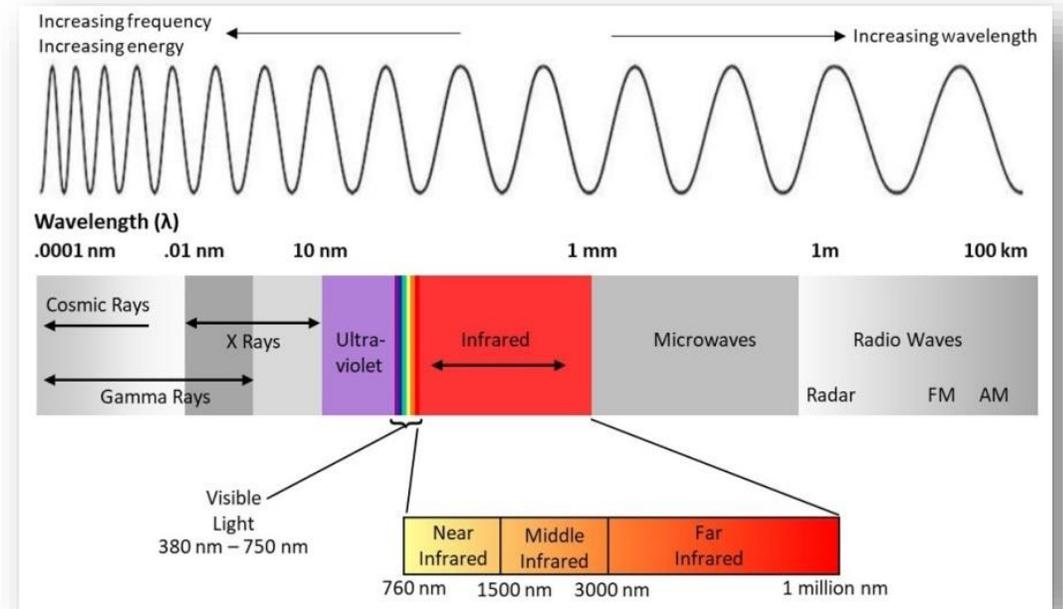


3. Qu'est-ce que le proche-infrarouge (PIR) ?

- Le proche-infrarouge est une bande mince du spectre électromagnétique qui se situe entre le visible et l'infrarouge
- L'efficacité d'absorption de cette lumière à différentes longueurs d'ondes dans le PIR dépend des propriétés des matériaux (depend des espèces !)

Pourquoi la spectroscopie PIR (SPIR) ?

- Non-destruction, sans contact, haute vitesse
- Effets externes contrôlables
- Couverture spectrale 4x plus étendue que dans le visible

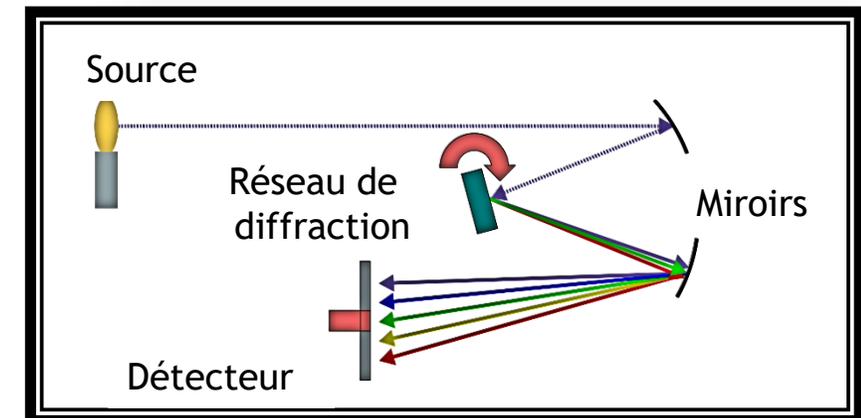
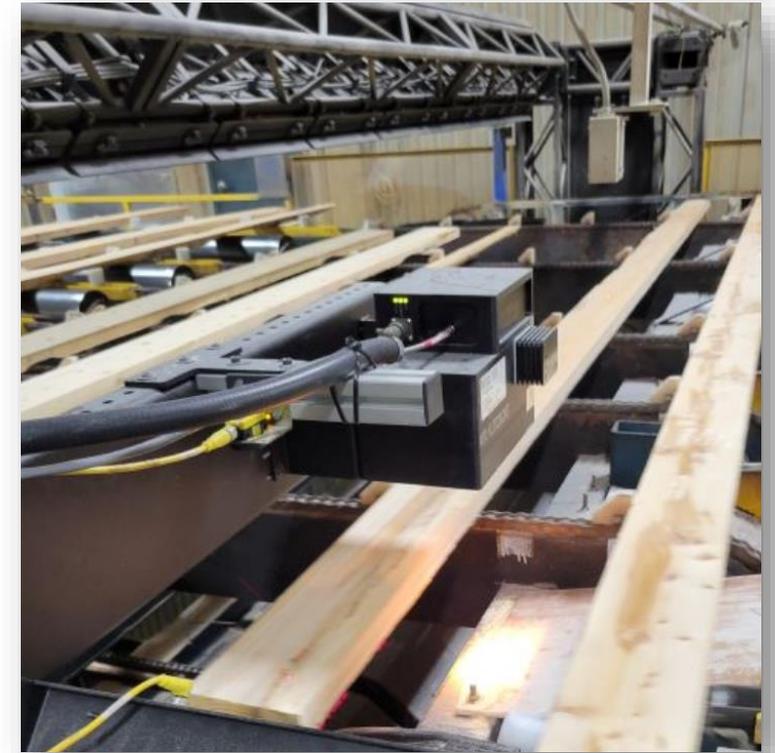


SPIR - Principe de base de la mesure :

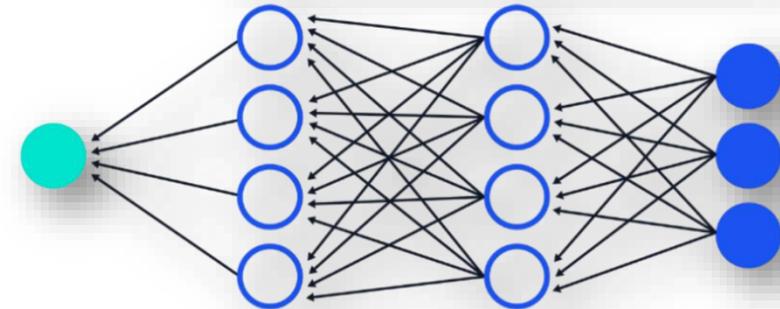
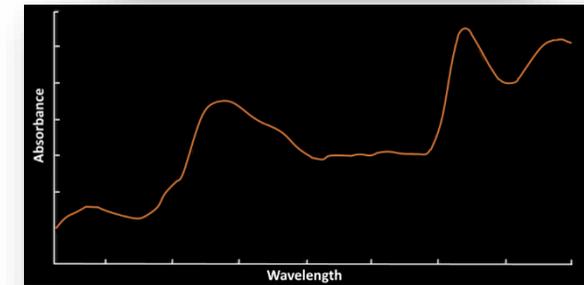
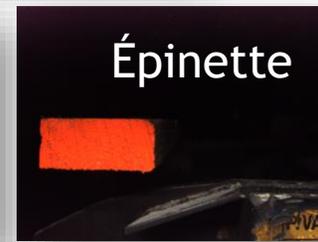
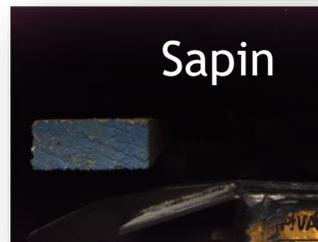
- Éclairer la pièce avec une lumière qui émet dans le PIR
- Récolter la lumière réfléchie et rediriger celle-ci dans une fibre optique qui l'achemine finalement vers un spectromètre
- Le spectromètre sépare la lumière en ses différentes composantes de longueur d'onde

SPIR - Son utilisation dans l'industrie du bois :

- Détecter les propriétés de la pâte et des copeaux (FPI Biomass moisture sensor, Liquor analyzer)
- Détecter les propriétés de bois plaqué et des panneaux OSB (veneer moisture and OSB resin detection)
- Identification des espèces (différents chercheurs)



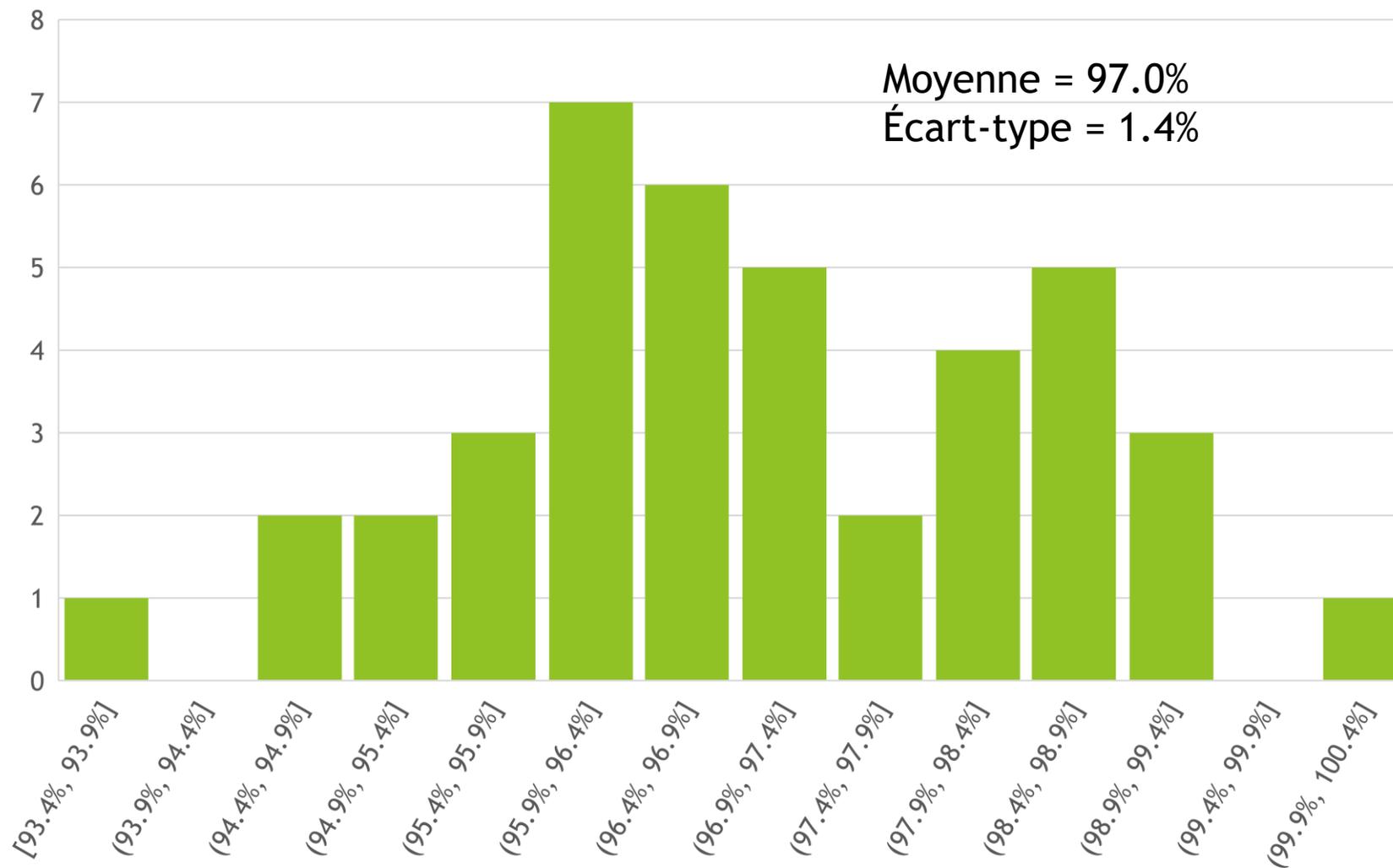
3. Fonctionnement du système de séparation d'essences i-DNA : Entraînement du système



Historique - [1000/1000]								
Affichage	Sélection	Groupe	Temps	Numéro	Essence détectée	Coloration détectée	Nombre de mesures	Niveau de confiance
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2021-04-09 09:05:30	27.316	Sapin	Sapin	19	86.0%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2021-04-09 09:05:23	27.315	Sapin	Sapin	17	70.0%
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		2021-04-09 09:05:21	27.314	Sapin	Sapin	35	93.2%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2021-04-09 09:05:15	27.313	Épinette	Épinette	23	71.6%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2021-04-09 09:05:15	27.312	Épinette	Épinette	16	90.1%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2021-04-09 09:05:14	27.311	Épinette	Épinette	22	70.0%
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2021-04-09 09:05:05	27.310	Épinette	Épinette	23	89.3%

4. Résultats et performances : Cas étudié - Système installé en 2019

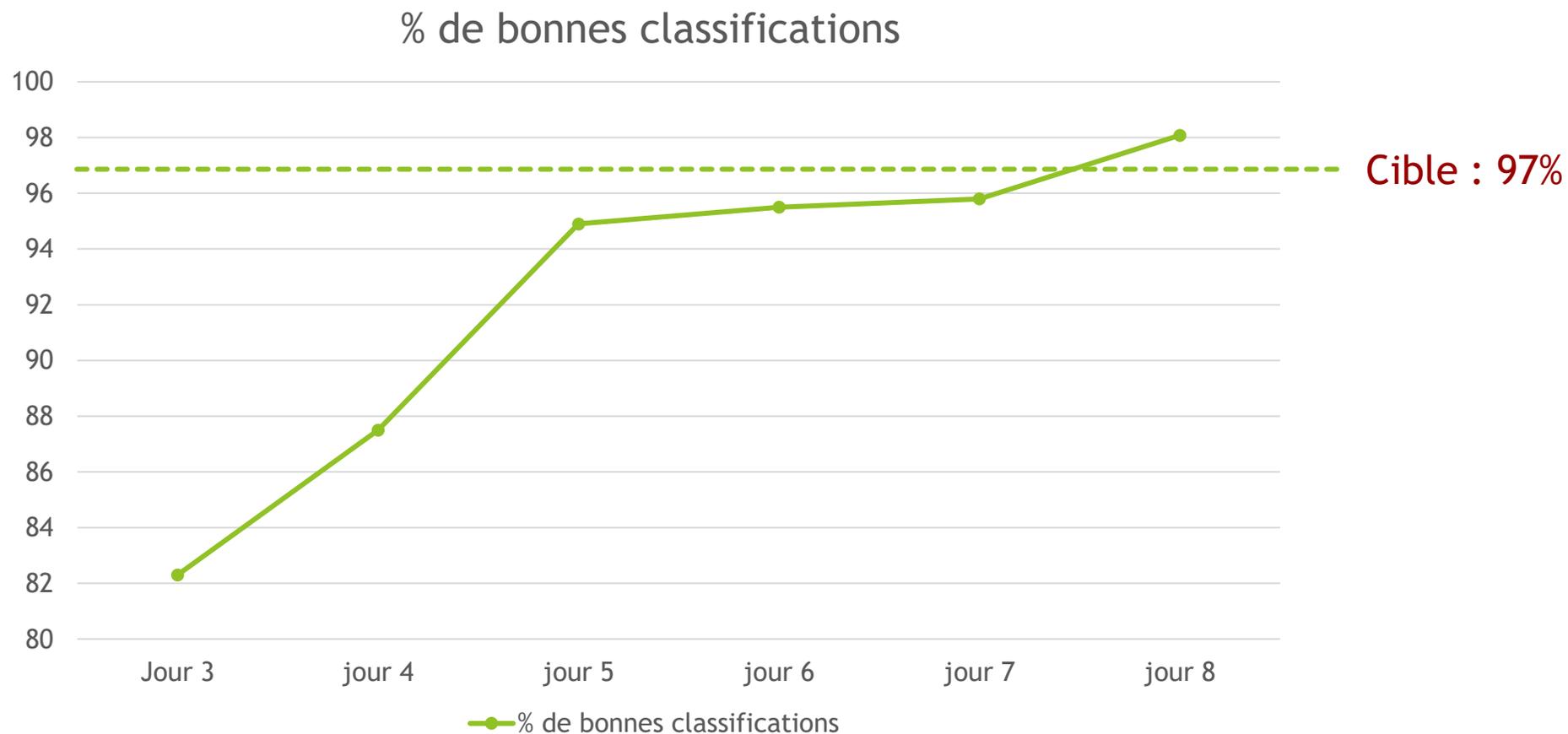
% bonne classification : Inspection de paquets



- 41 paquets inspectés entre novembre 2019 et mai 2020

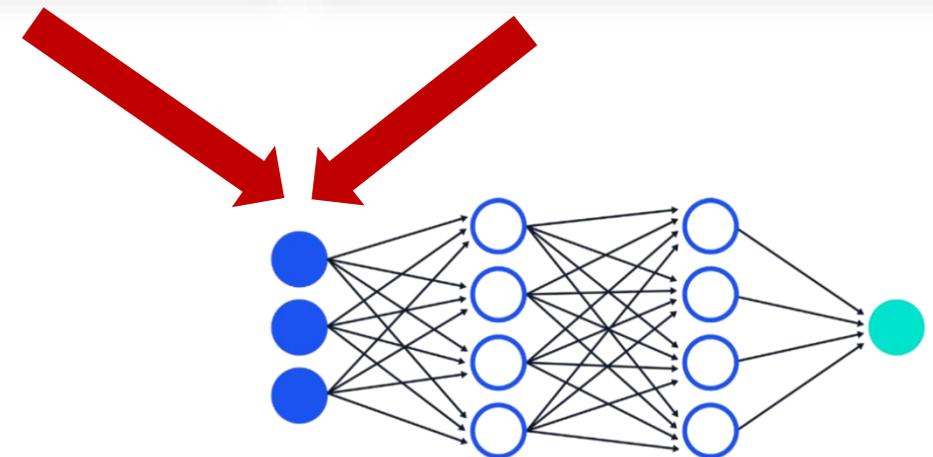
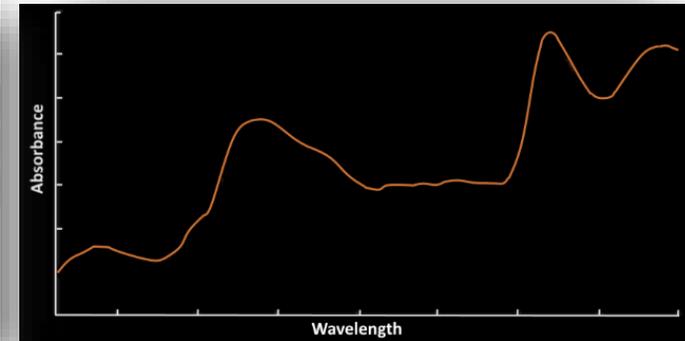
4. Résultats et performances : Installation récente (fin mars 2021)

- Le réseau de neurone est pré-entraîné sur des dizaines de milliers d'exemples de spectre d'absorption.
- Convergence rapide vers un taux de classification > 97%



5. Technologies additionnelles :

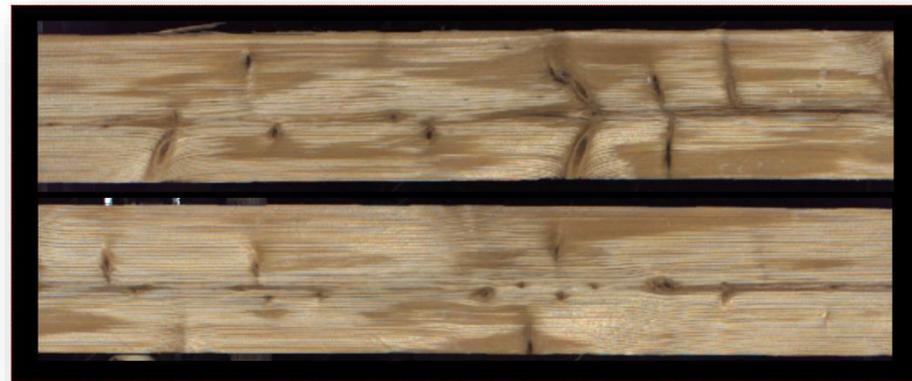
- Ajout d'un système de vision couleur (Installé Fév. 2021) :
 - Étendre la plage spectrale
 - Augmenter l'information servant au réseau à prendre ses décisions
 - Proposer des solutions de séchage en considérant l'information conjointe des deux systèmes (poches d'eau, T.H)
- Développement d'un système de pesée:
 - Fournir un système d'optimisation au séchage complet (séparation intra-classe)



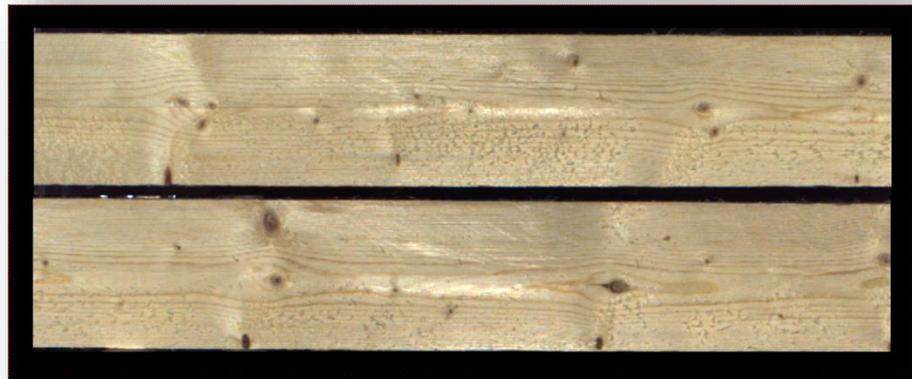
Couche d'entrée Couche cachée #1 Couche cachée #2 Couche de sortie

5. Technologies additionnelles - Résultats préliminaires:

- 2 caméras installées pour couvrir 24" chacune :
- Entraînement d'un réseau de neurone profond sur les images couleurs seulement :



Sapin (0.94)
Épinette (0.06)



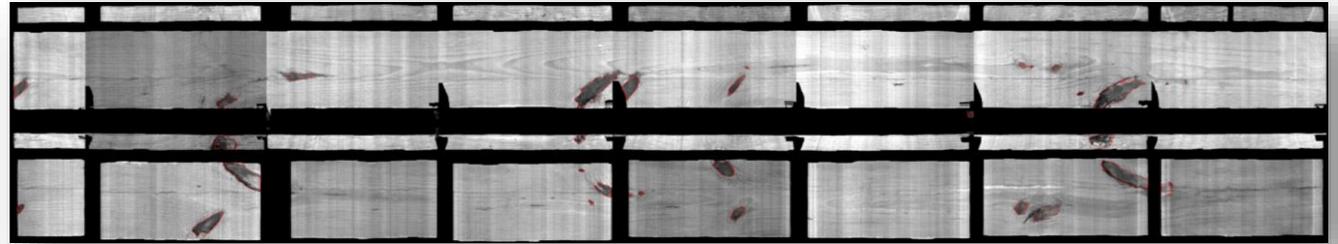
Sapin (0.09)
Épinette (0.91)

Résultats d'un test sur un ensemble de pièce indépendant (mars 2021) :

Validation Accuracy total (board)*
Considered camera 1 and 2 together
97.5%

5. Technologie additionnelle :

- L'intelligence artificielle chez Autolog, c'est aussi :
 - Détection de défauts visuels: Optimiseur transversal avec vision trachéide + vision couleur.
 - Détection de coloration (bois d'apparence)
 - Séparation des essences par imagerie couleur (optimisation au rabotage)
 - Et plusieurs autres projets



6. Questions?



Merci !

Pour plus d'informations, visitez:

<https://www.autolog.com/produits/26-i-dna-identification-d-essences.html>

Un grand merci aux partenaires :



Ministère des Forêts, de la Faune
et des Parcs
Ministère de l'Économie, de la Science
et de l'Innovation

