

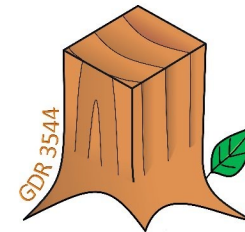
# Automatisation de la détection des fissures de déroulage par apprentissage profond

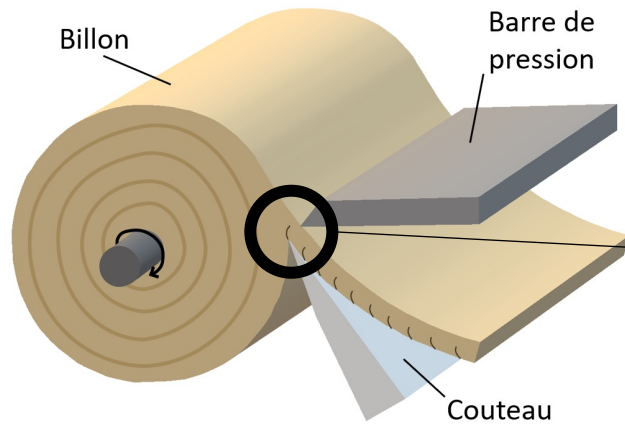


**LaBoMaP**  
LaBoratoire des Matériaux et Procédés

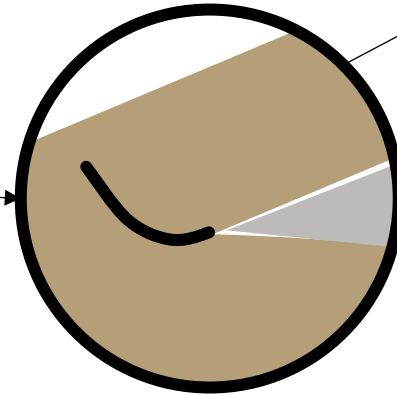
 **Arts et Métiers**  
Sciences et Technologies

**Caroline Marc**  
*Caroline.Marc@ensam.eu*

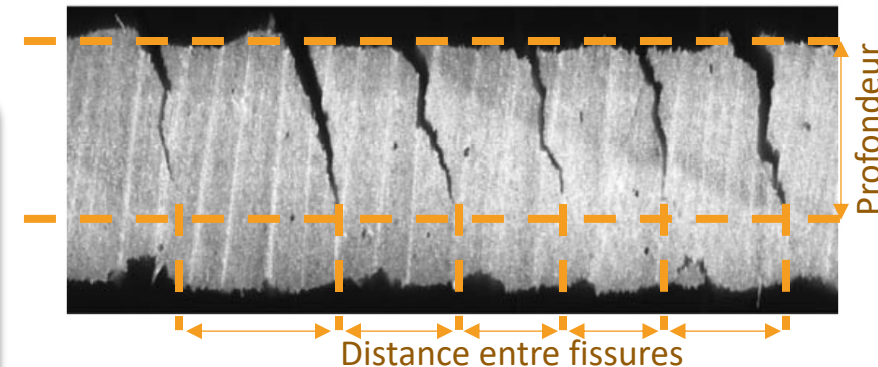
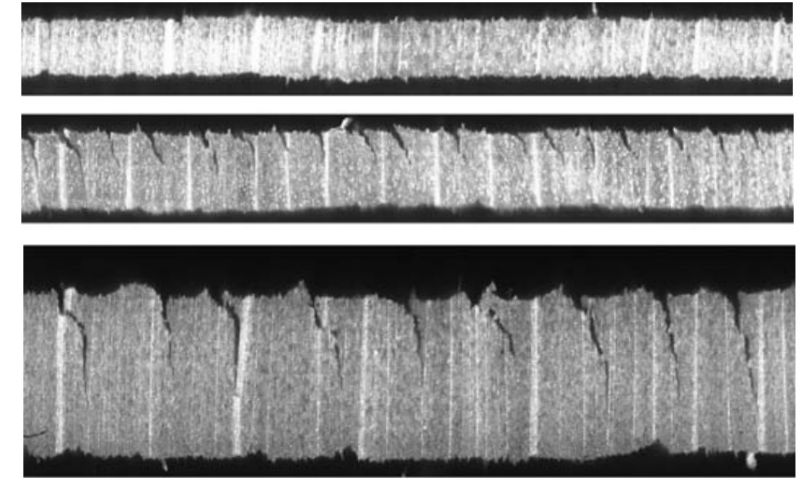




*Processus de déroulage*



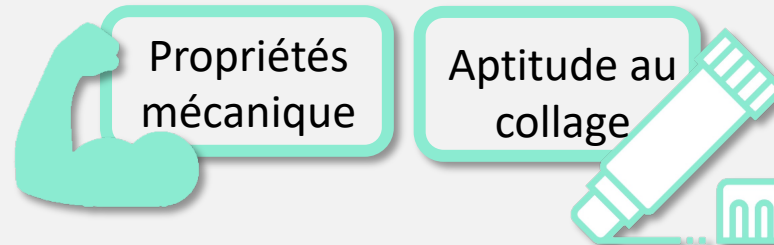
## Fissuration des placages



### Facteurs influençant la fissuration :

- Traitement avant déroulage
- Barre de pression
- Essence, masse volumique
- Epaisseur placage
- ...

### Influence des fissures sur les propriétés des placages



[Rahayu, 2013]

[Rohumaa, 2013]

**Objectif :**  
**Mesurer les fissures de déroulage**

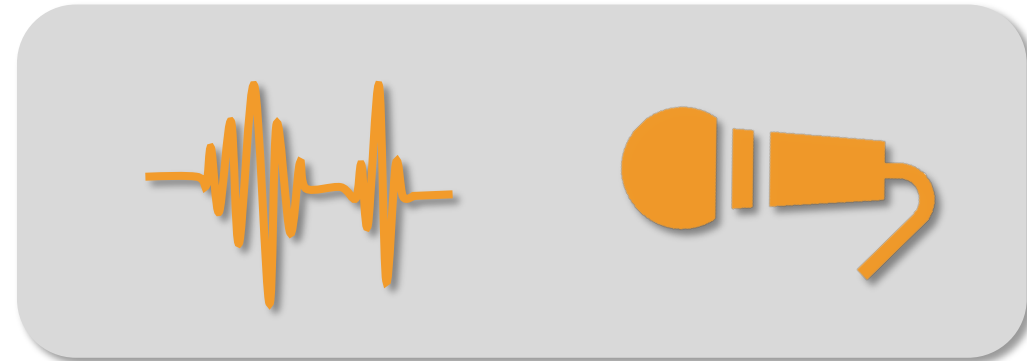
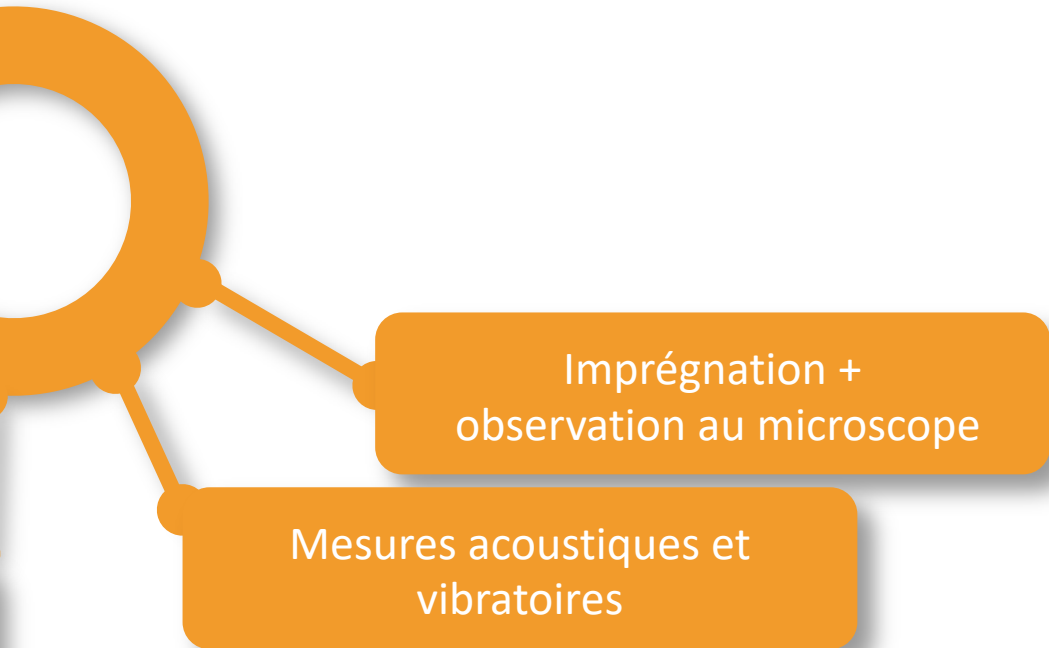
## Méthodes de mesure des fissures



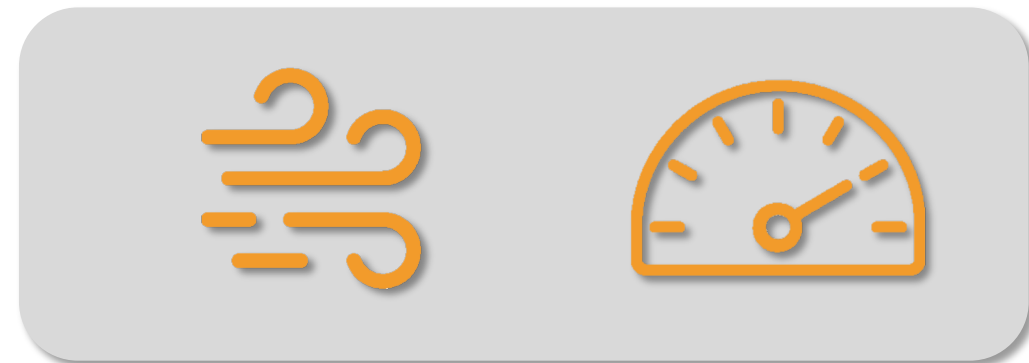
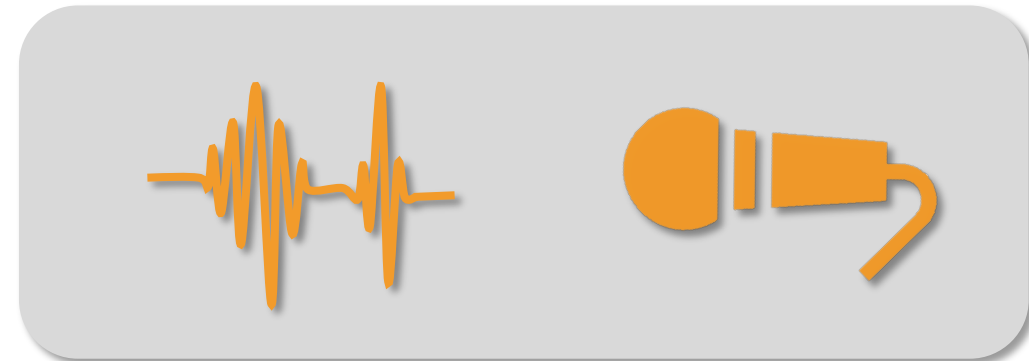
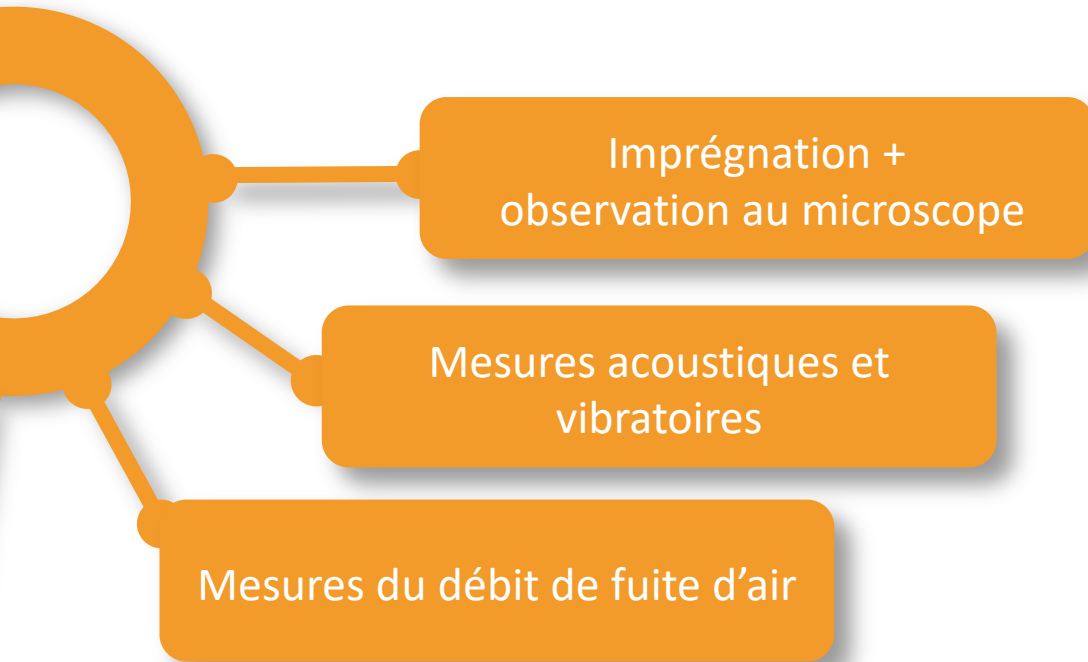
Imprégnation +  
observation au microscope



## Méthodes de mesure des fissures



## Méthodes de mesure des fissures



## Méthodes de mesure des fissures

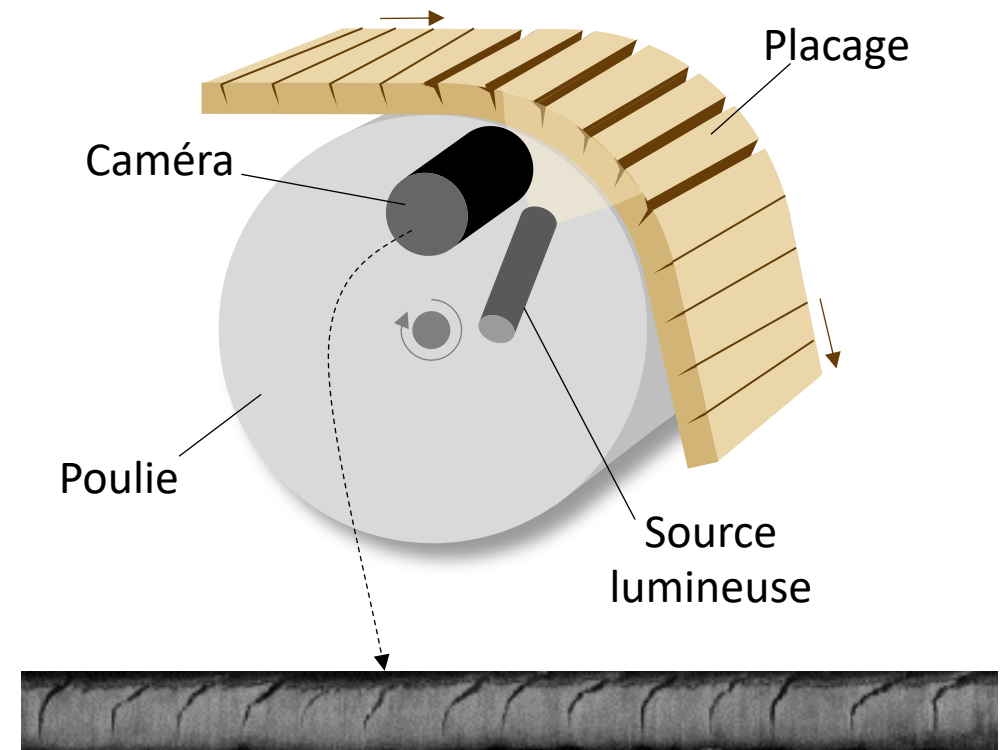
Imprégnation +  
observation au microscope

Mesures acoustiques et  
vibratoires

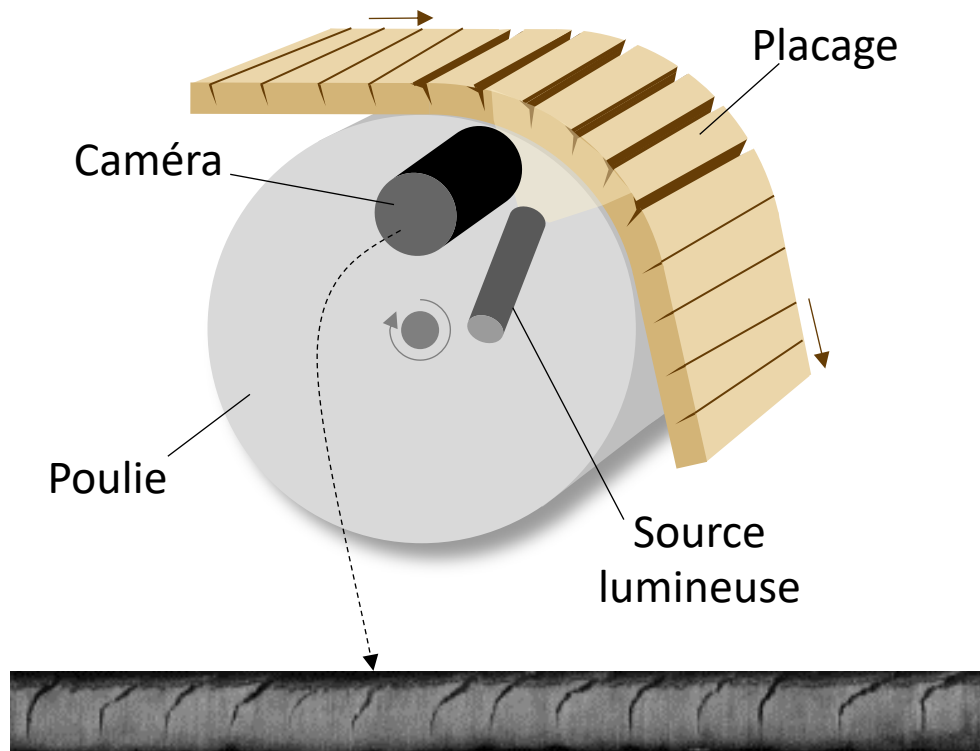
Mesures du débit de fuite d'air

Observation du placage fléchi  
afin d'ouvrir les fissures

## SMOF : Système de Mesure Optique des Fissures



## SMOF : Système de Mesure Optique des Fissures

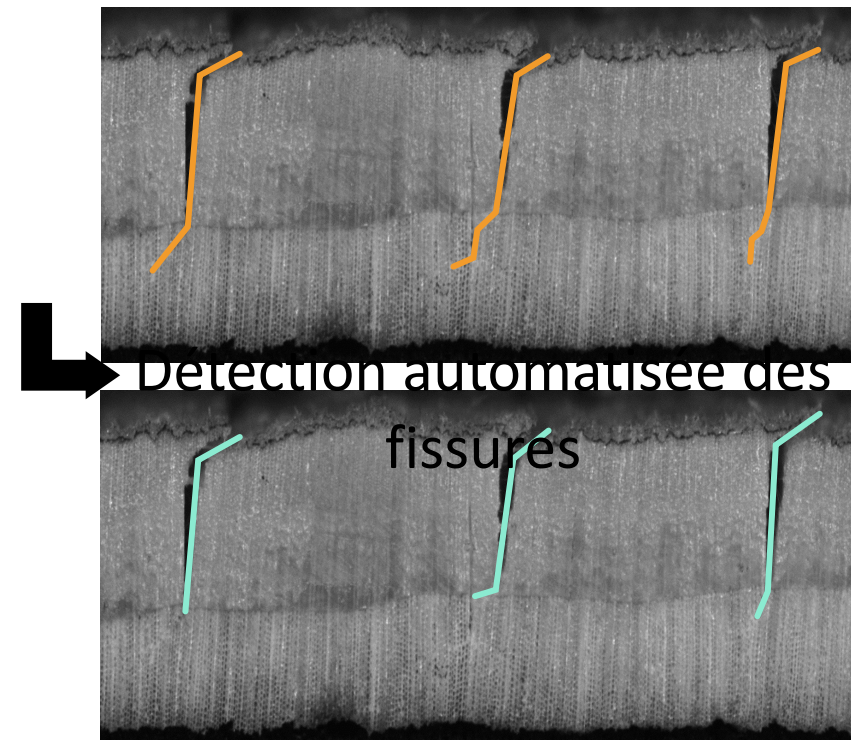


✓ Prise d'image rapide

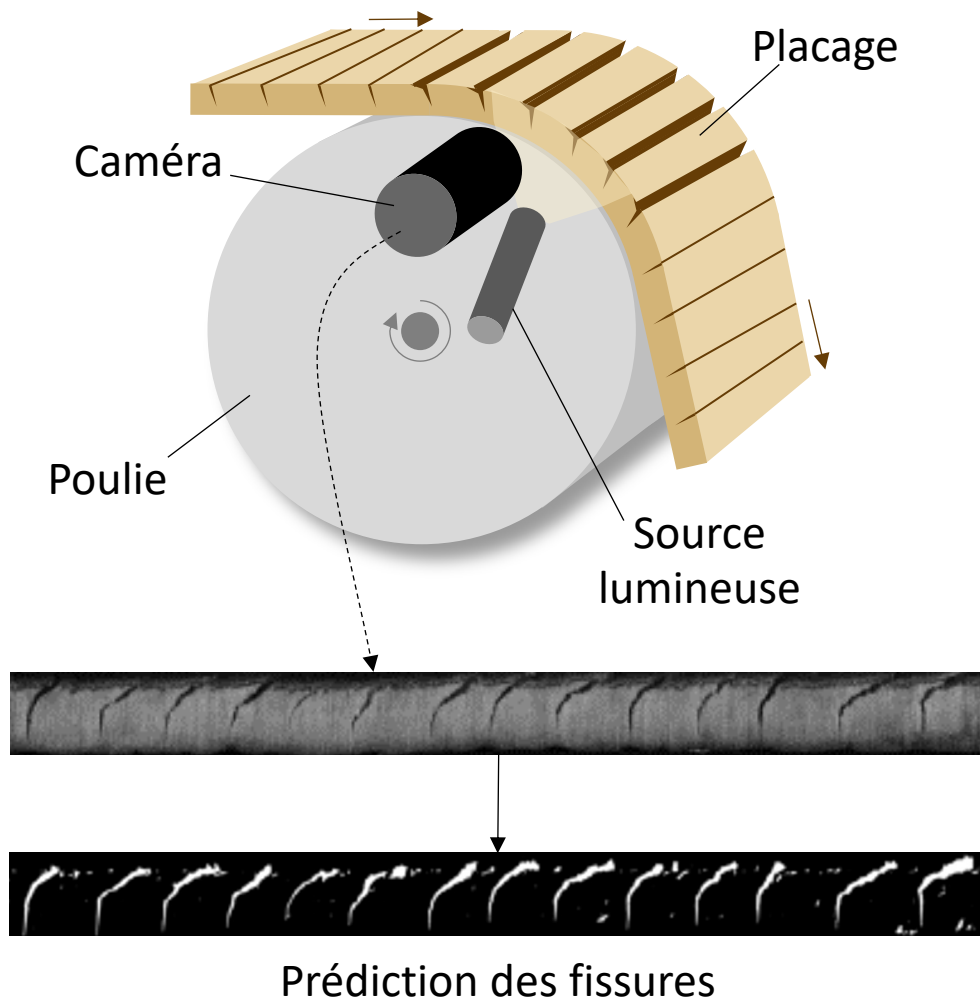
✗ Détection manuelle

⌚ Long

👤 Effet de l'opérateur



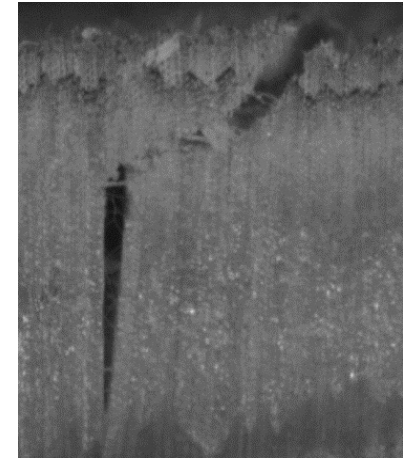
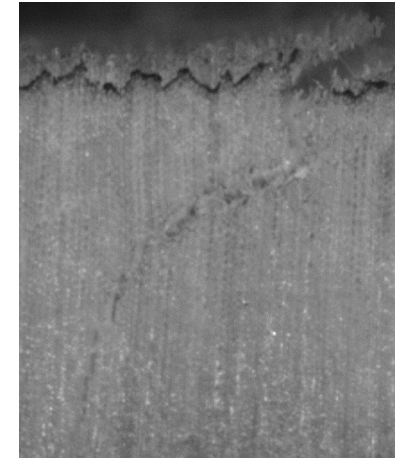
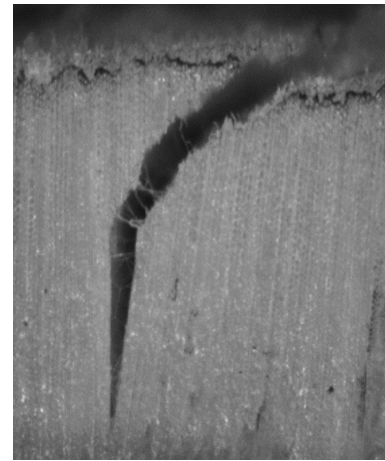
## SMOF : Système de Mesure Optique des Fissures



## Détection automatisée des fissures



Traitement d'image



Réseau de neurones



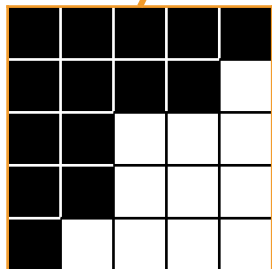
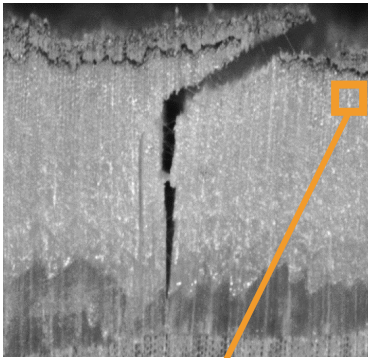


# Méthode

Type d'apprentissage  
profond étudié :

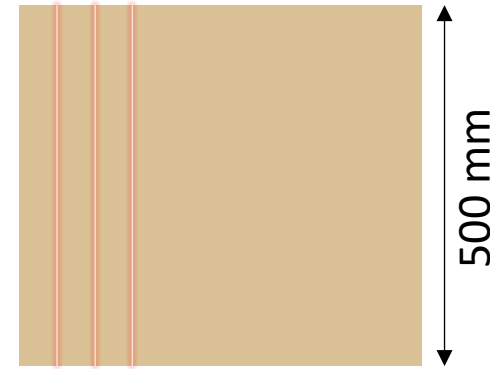
## la **Segmentation** **Sémantique**

= Classification des pixels d'une  
image en 2 ou + catégories



- 1** Fissure
- 0** Absence de fissure

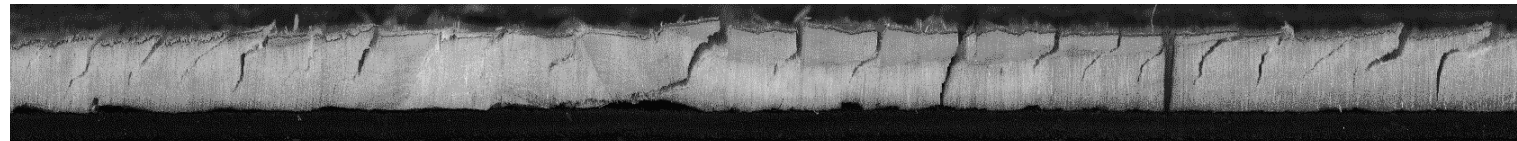
Jeu de données



3 bandelettes prélevées par  
découpe laser sur un placage



Photographie



Etiquetage  
manuel

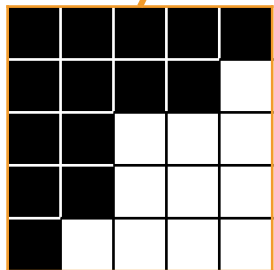
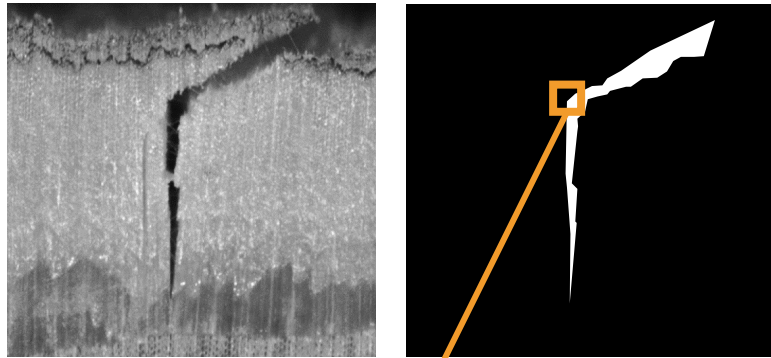
Masque vérité terrain



Type d'apprentissage  
profond étudié :

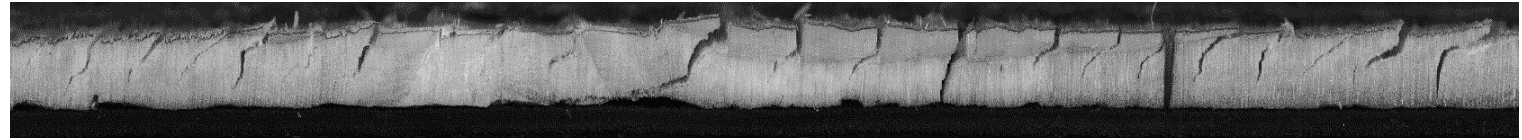
## la **Segmentation** **Sémantique**

= Classification des pixels d'une  
image en 2 ou + catégories

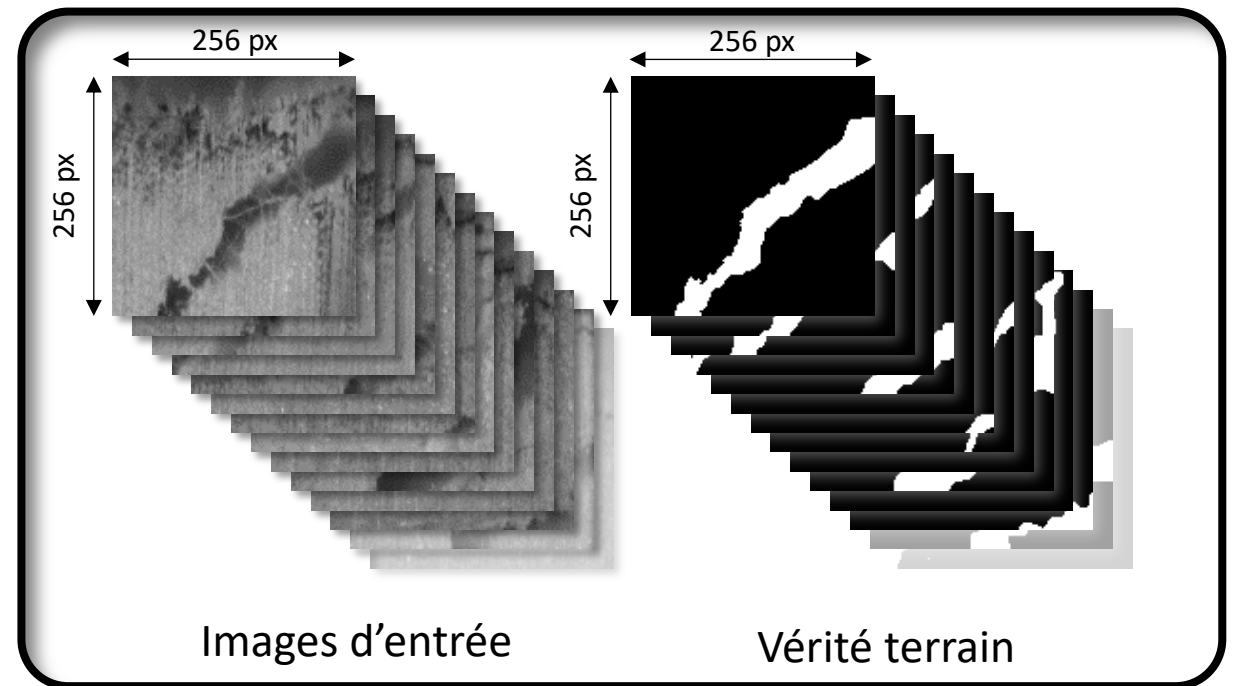


- 1 Fissure
- 0 Absence  
de fissure

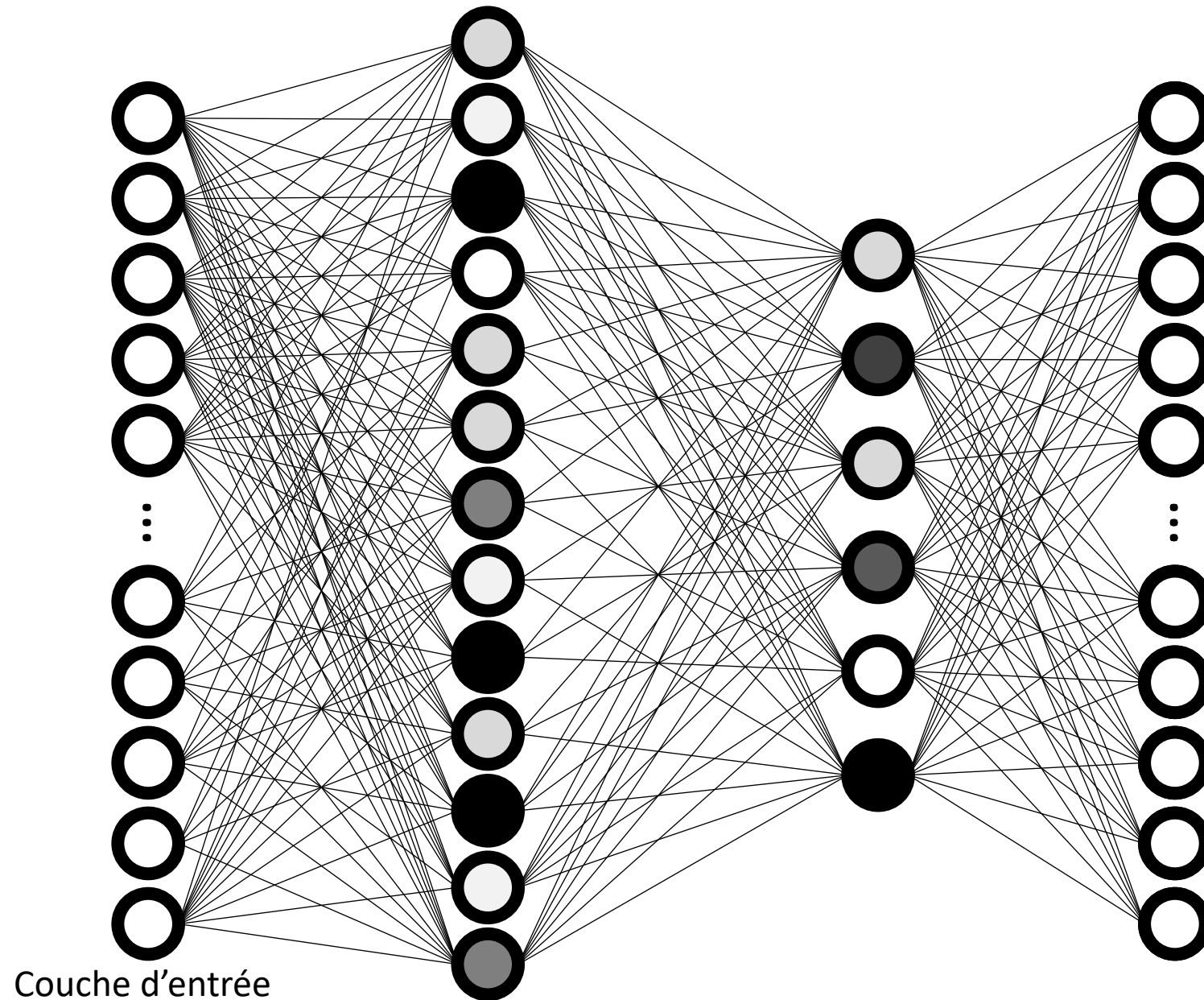
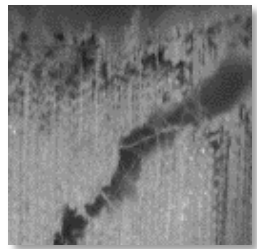
Jeu de données  
Photographie



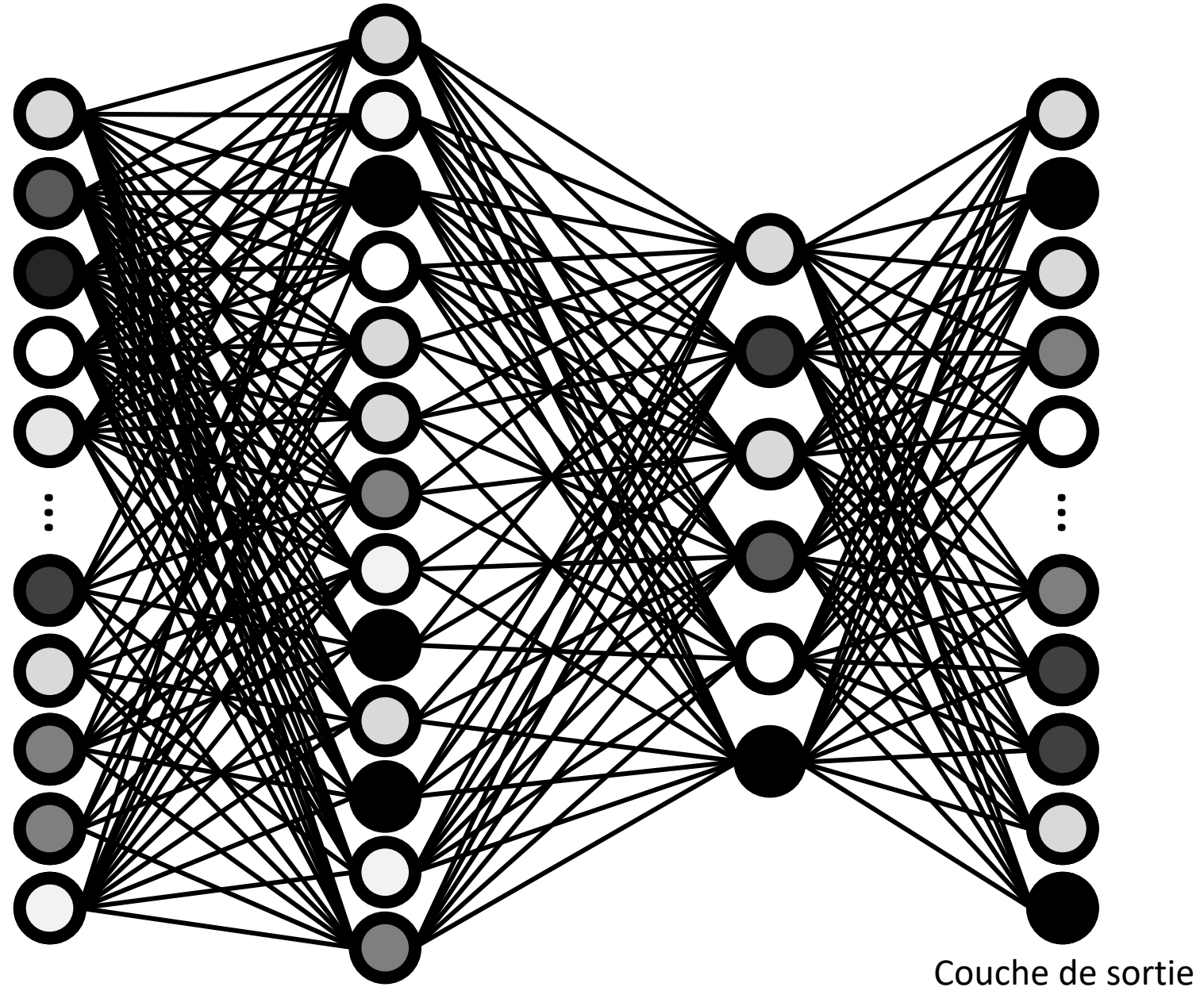
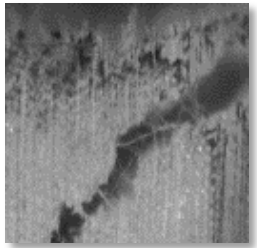
Masque vérité terrain



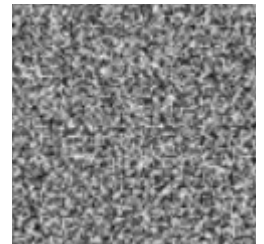
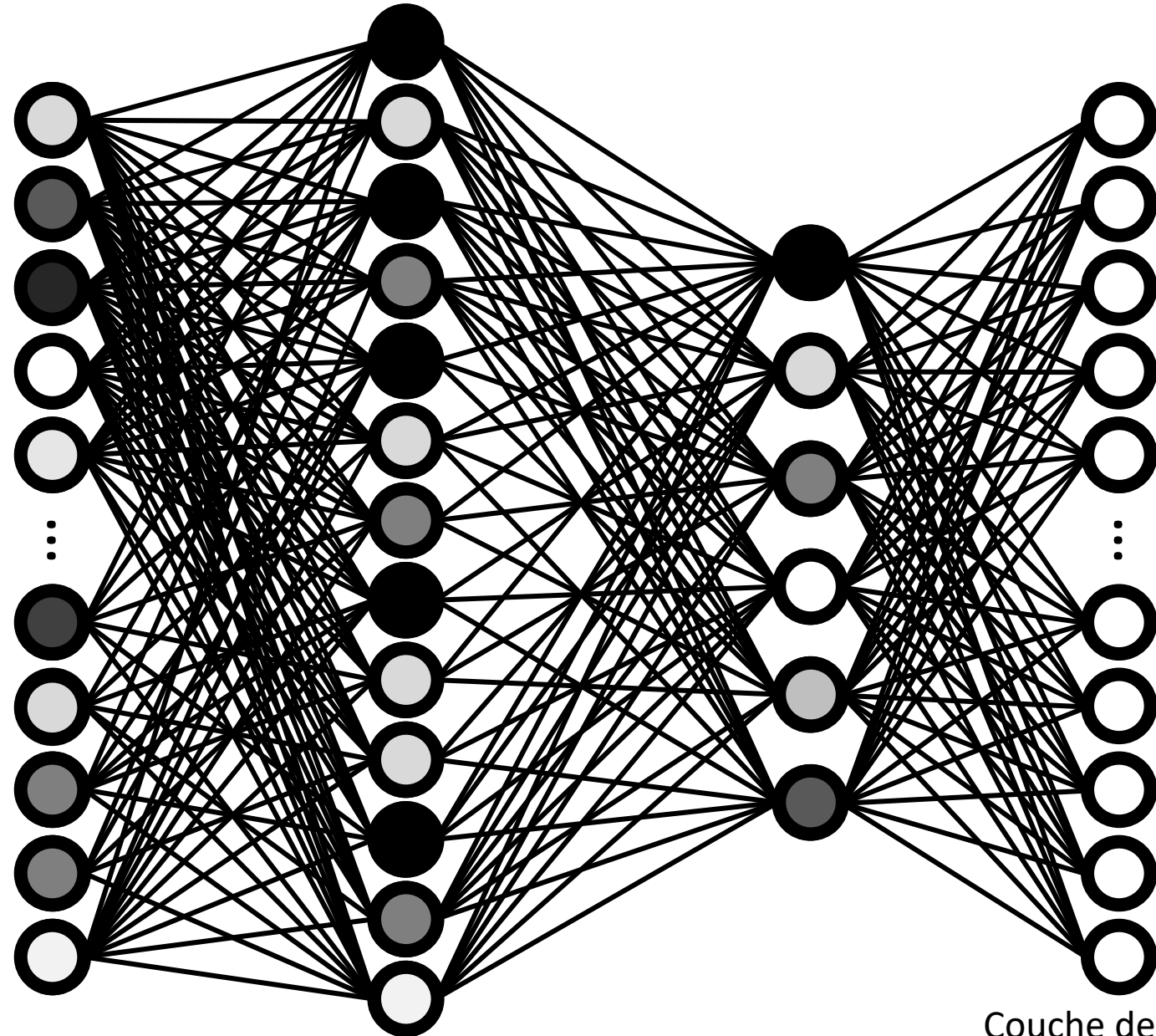
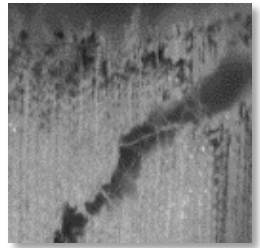
## Fonctionnement d'un réseau de neurones



## Fonctionnement d'un réseau de neurones

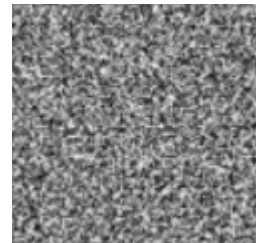
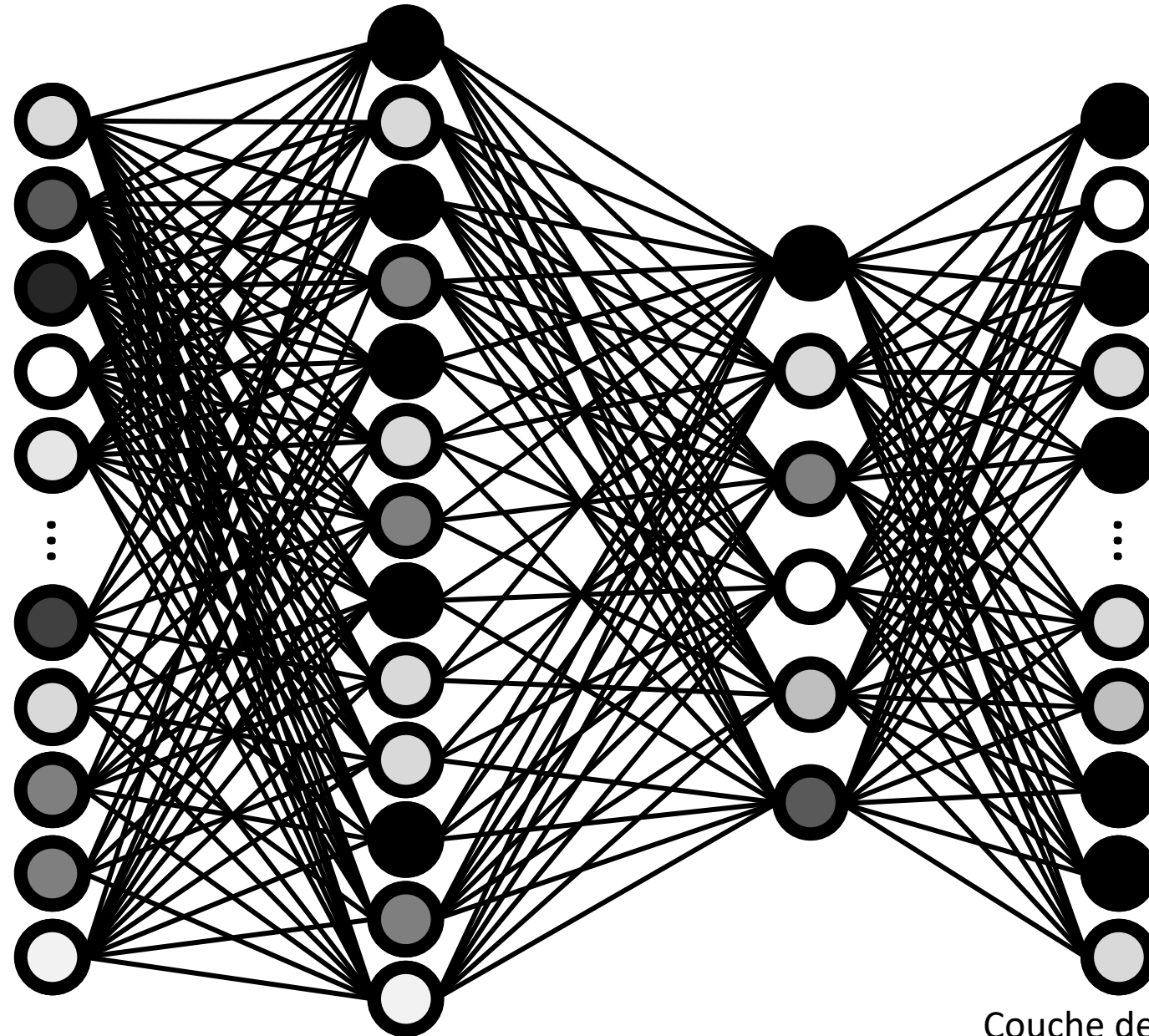
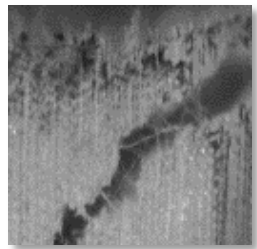


## Fonctionnement d'un réseau de neurones



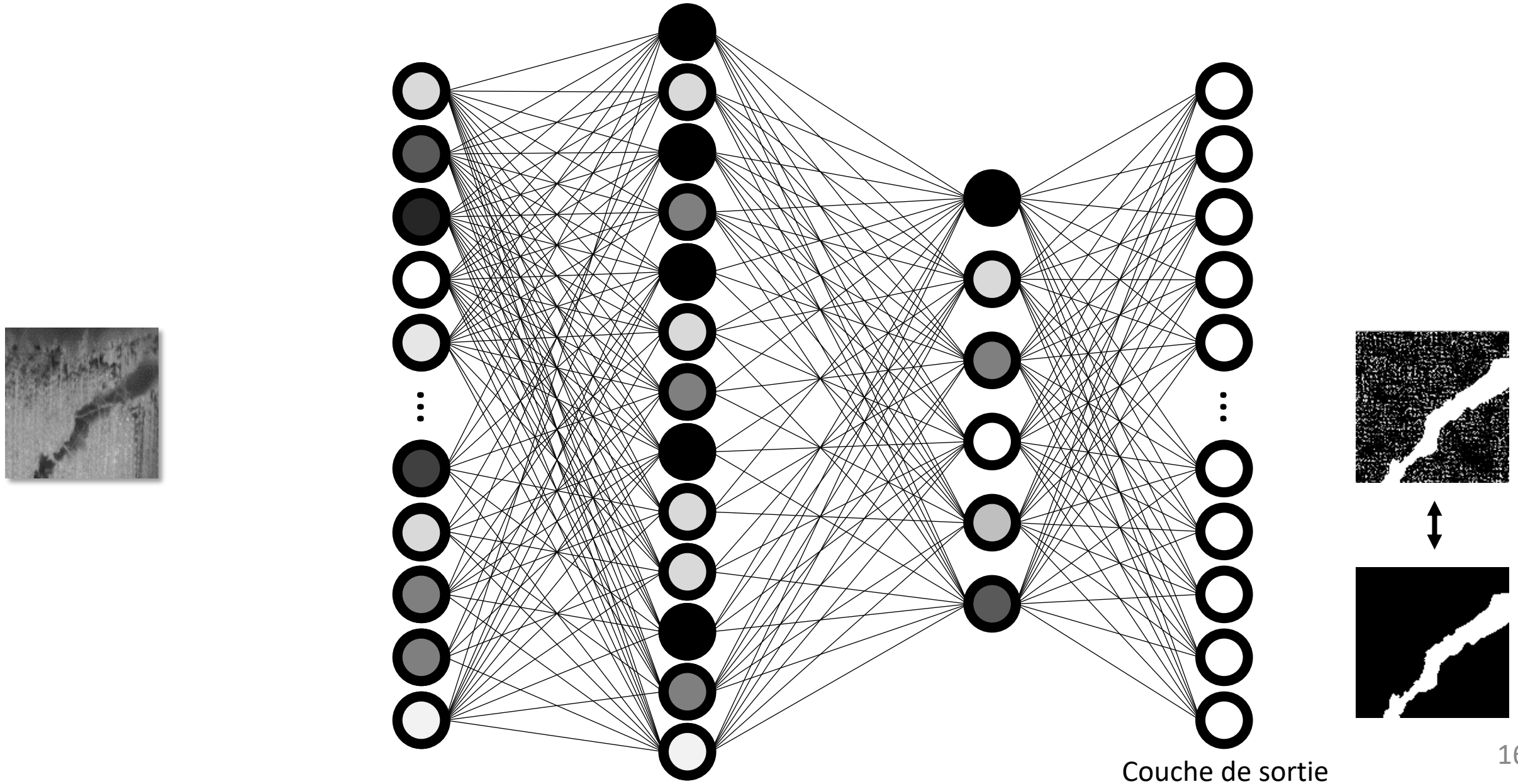
Couche de sortie

## Fonctionnement d'un réseau de neurones



Couche de sortie

## Fonctionnement d'un réseau de neurones

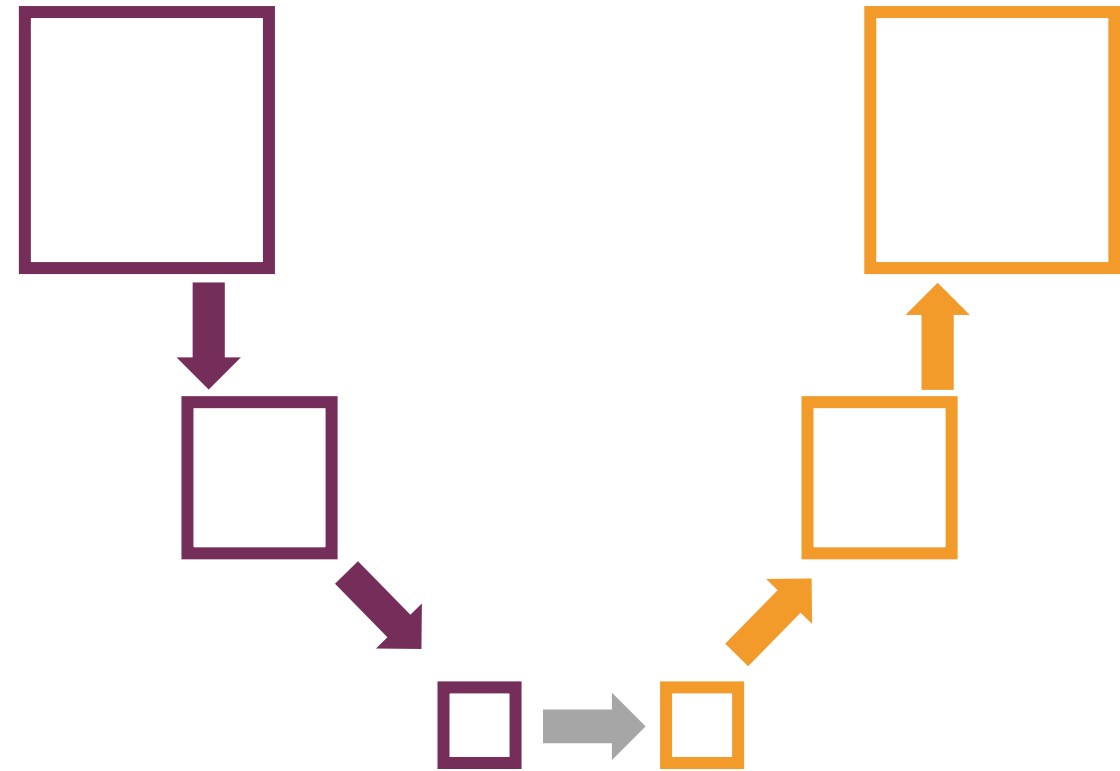




## Modèle utilisé : Le U-net

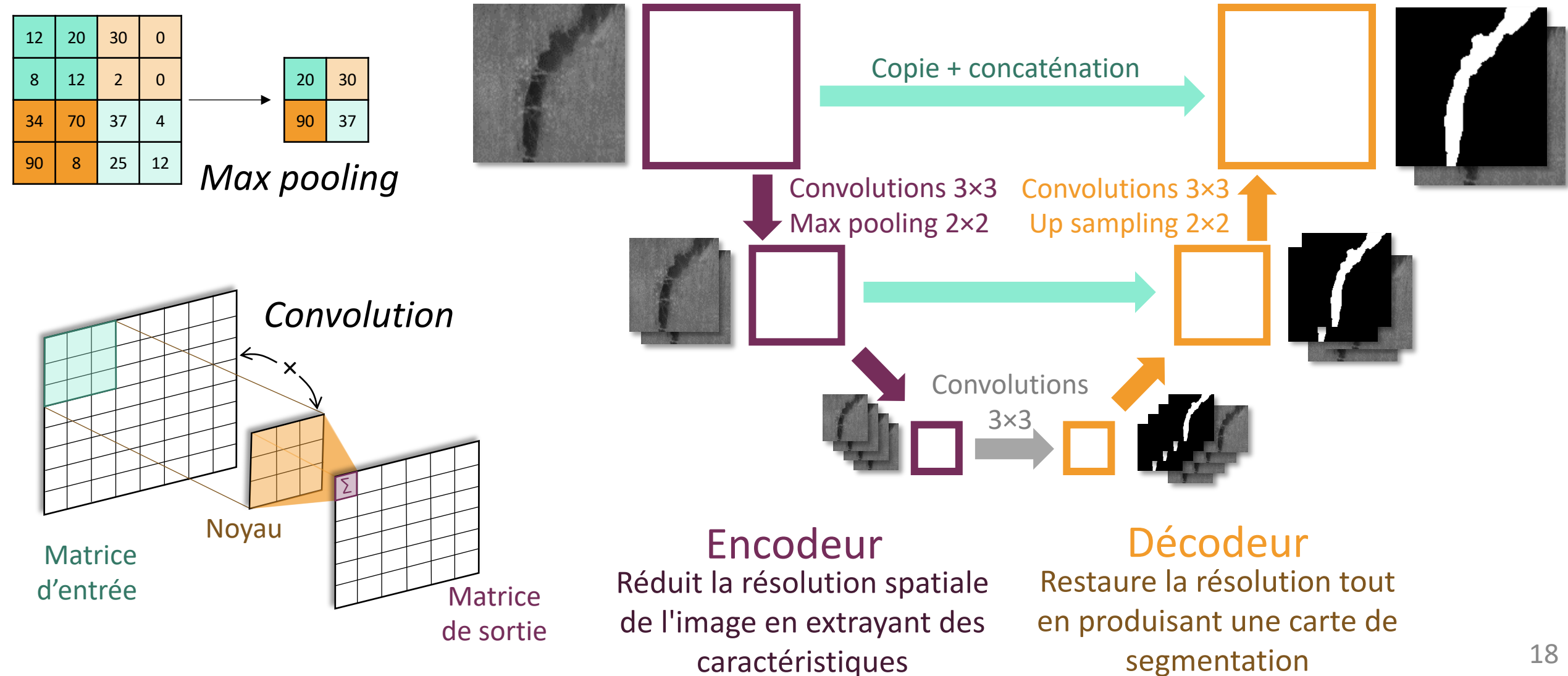
- Initialement développé pour un usage dans l'imagerie médicale [Ronneberger, 2015]
- Très efficace pour la segmentation sémantique même avec peu de données d'entraînement
- Réseau de neurones convolutif

*Architecture du U-Net*

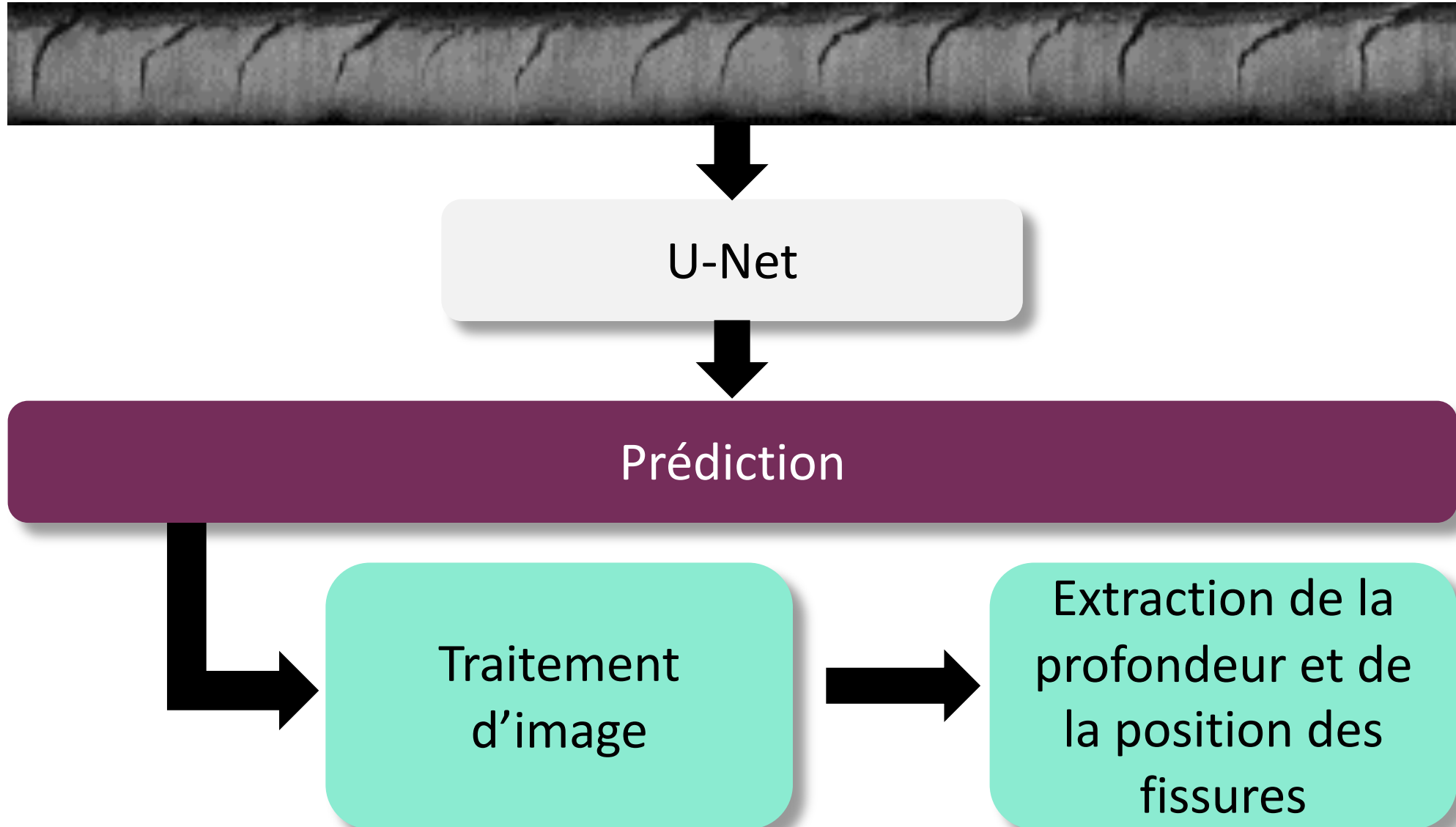


## Modèle utilisé : Le U-net

### Architecture du U-Net



Post-traitement :



# Résultats

# Performance du réseau entraîné

Jeu de données

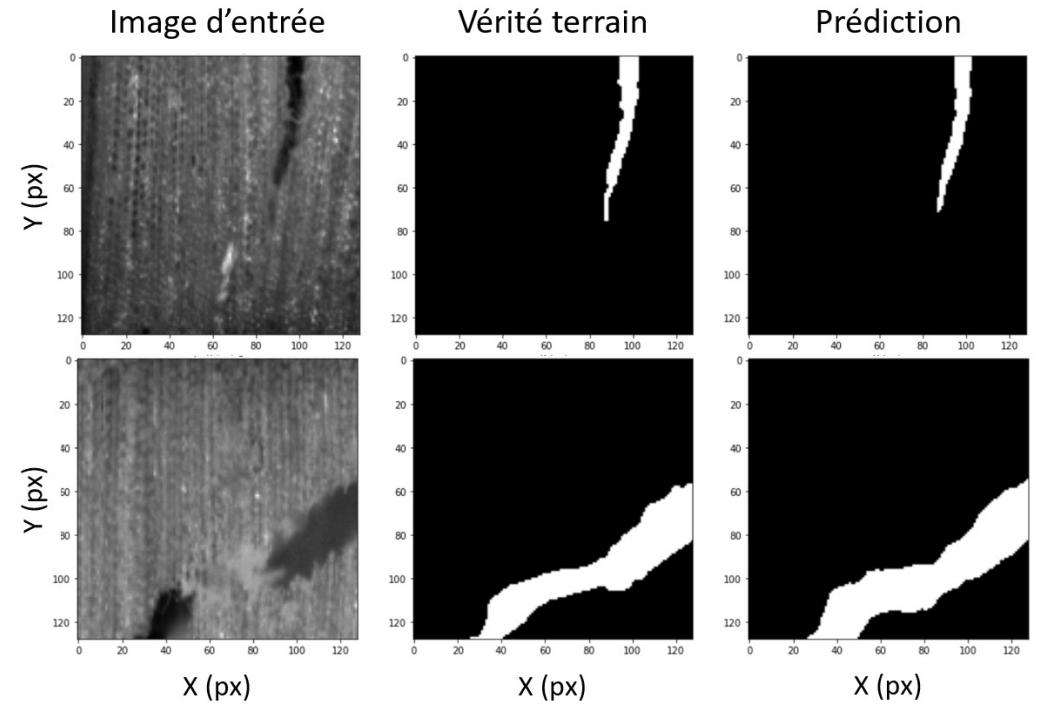


Données d'entraînement

Données de test



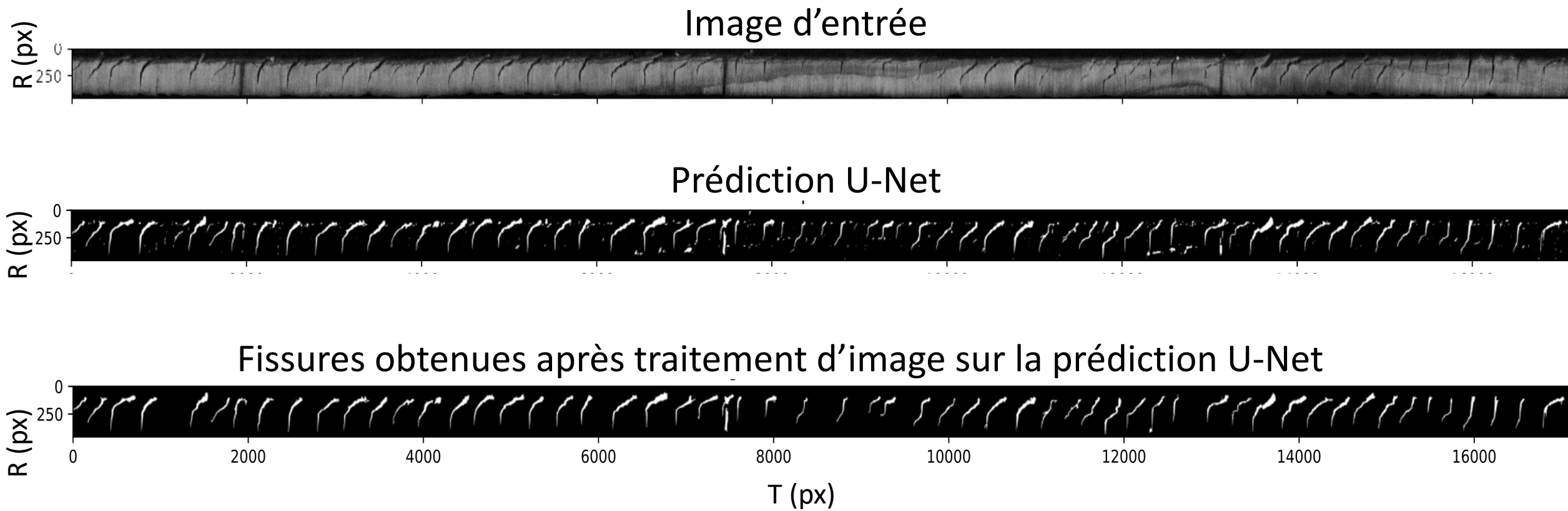
Pour évaluer les performances du réseau entraîné



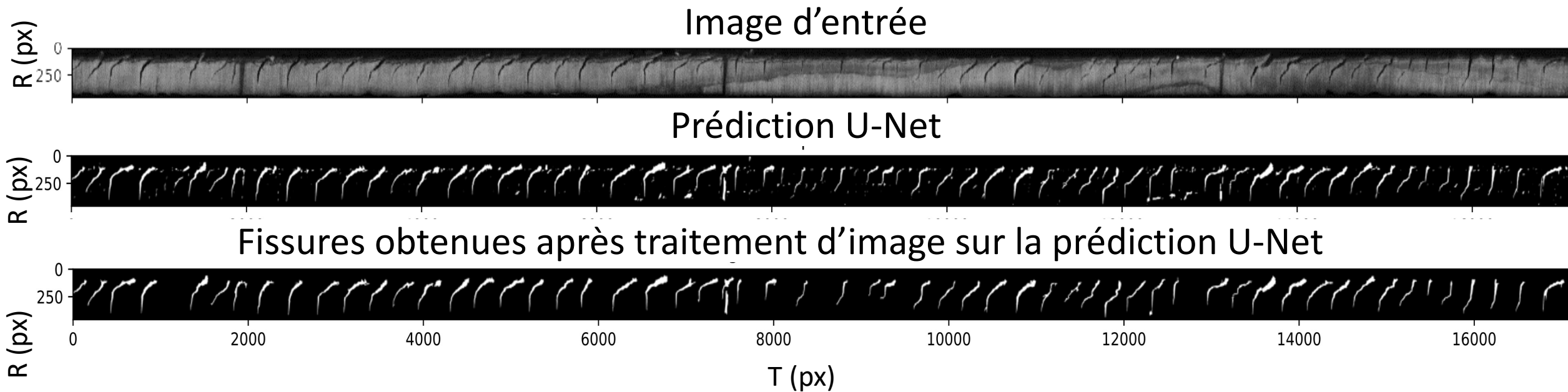
$$\text{Précision} = \frac{\text{Vrais positifs}}{\text{Vrais positifs} + \text{Faux positifs}} = 0.88$$

$$\text{Rappel} = \frac{\text{Vrais positifs}}{\text{Vrais positifs} + \text{Faux négatifs}} = 0.92$$

		Pixel prédit	
		Positif	Négatif
Pixel réel	Positif	<b>Vrais positifs</b> 5.3 %	<b>Faux négatifs</b> 0.4 %
	Négatif	<b>Faux positifs</b> 1.4 %	<b>Vrais négatifs</b> 92.9 %



# Performance de la détection de fissure



Comparaison entre les fissures détectées  
manuellement par le U-Net



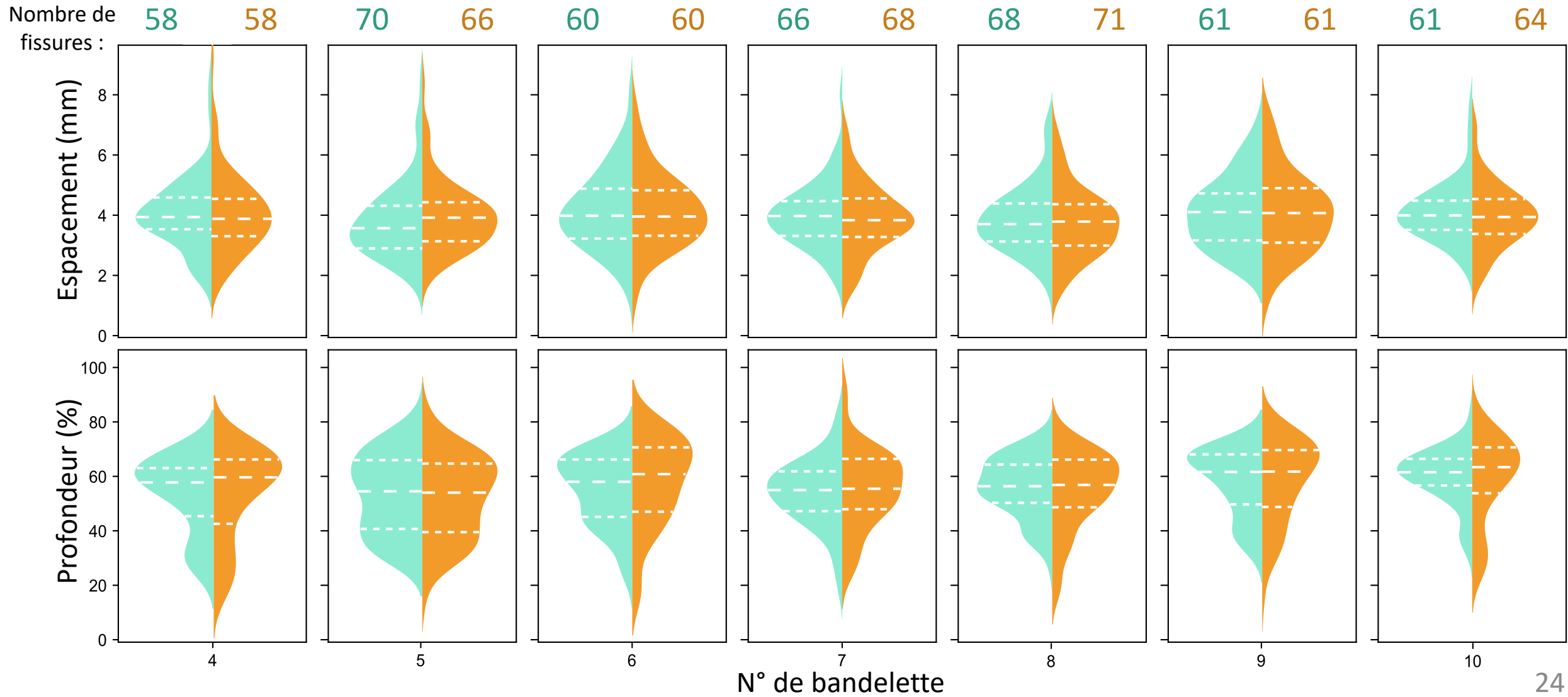
VS



de 7 bandelettes de placages n'ayant pas  
servies à l'entraînement du réseau

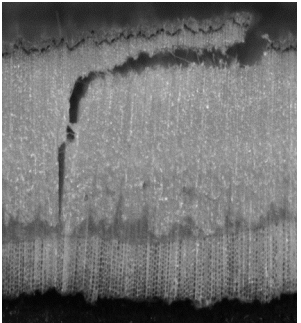
# Performance de la détection de fissure

Détection ■ Manuelle ■ U-Net

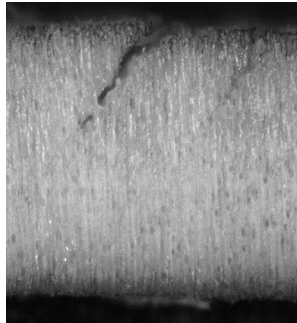




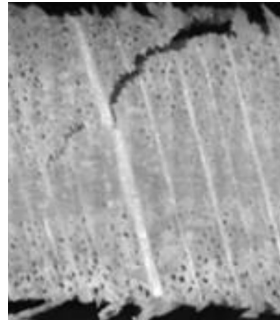
## → Entraînement sur différentes essences



Douglas

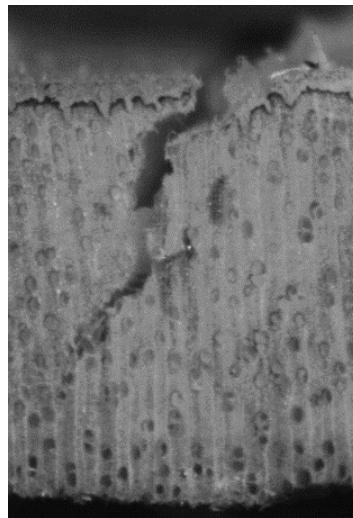
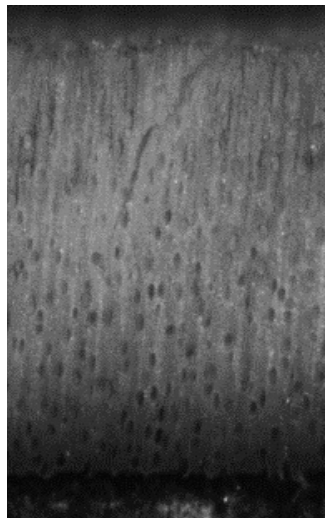
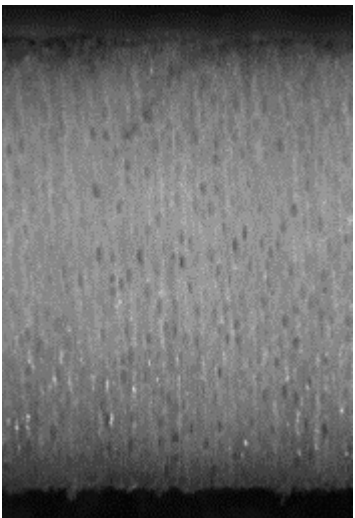


Peuplier



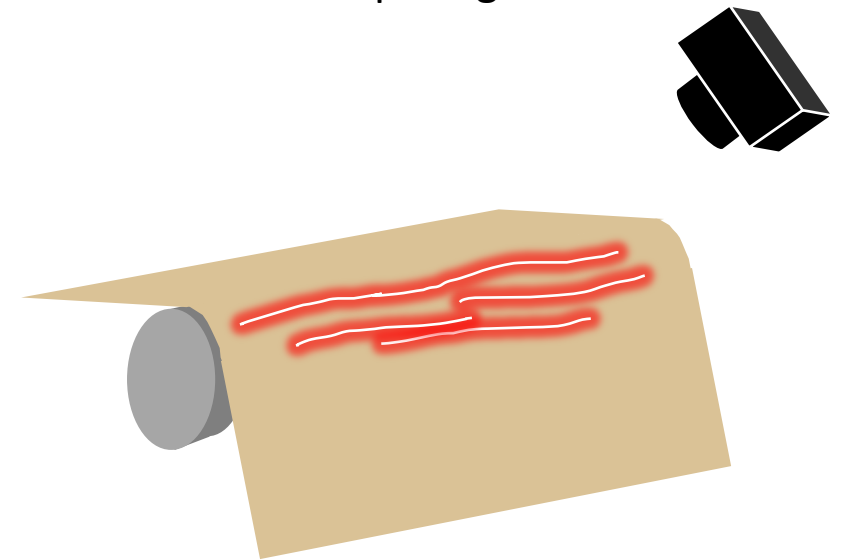
Hêtre

## → Entraînement sur différents taux de fissuration



## → Comparaison avec le SMOF v2

Mesure des fissures par transmission de lumière sur placage entier



Intensité transmise



Profondeur fissure

Merci pour votre  
attention