

# Quel apport de l'IA dans l'obtention et le traitement des données expérimentales ?

M. Lecorgne, M Suhas, MM Groz, T. Lafargue,  
C. Pradere, E. Abisset-Chavanne

A&M Bordeaux Talence, I2M

Contact : [emmanuelle.abisset-chavanne@ensam.eu](mailto:emmanuelle.abisset-chavanne@ensam.eu)

# Plan

- Utilisation de l'IA dans le traitement de la donnée
- Qu'est-ce qu'une bonne base de données ?
- Hybridation Physique et IA

# Plan

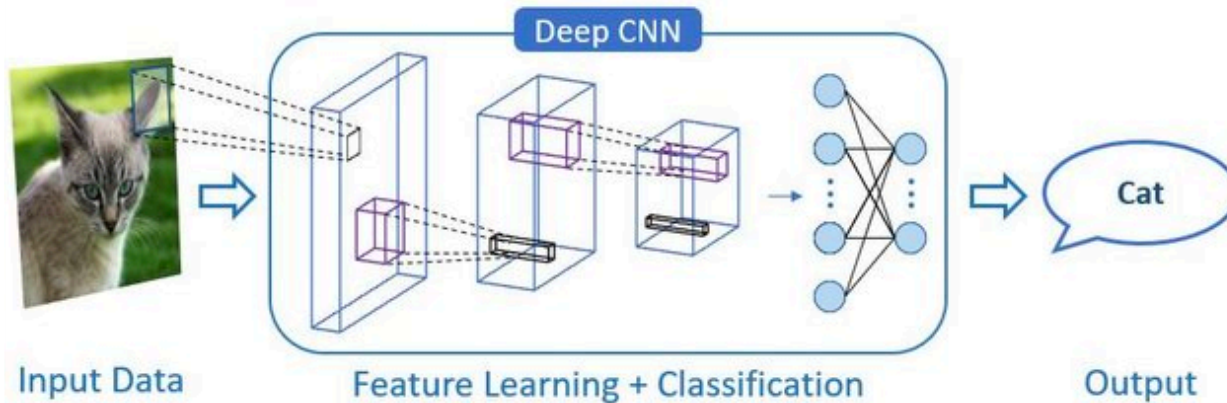
- **Utilisation de l'IA dans le traitement de la donnée**
- Qu'est-ce qu'une bonne base de données ?
- Hybridation Physique et IA

# Intelligence Artificielle

## Machine Learning



## Deep Learning



## ARTIFICIAL INTELLIGENCE

A program that can sense, reason, act, and adapt

## MACHINE LEARNING

Algorithms whose performance improve as they are exposed to more data over time

## DEEP LEARNING

Subset of machine learning in which multilayered neural networks learn from vast amounts of data

Que peut apporter l'IA dans le traitement des données expérimentales ?

# Intelligence Artificielle et CND thermique

Exemple de travaux en thermique  
(QIRT 2022)

11:00–12:40				Session 1-1 – Artificial Intelligence I		Bogusław Więcek	
11:00–11:20	CT	Liangliang Cheng	Irt-gan: a gan framework for automated defect segmentation in composites using infrared thermography				
11:20–11:40	CT	Tout Karim	Defect detection on inductive thermography images using convolutional neural networks				
11:40–12:00	CT	Kaczmarek Mariusz	The use of machine learning for face regions detection in thermograms				
12:00–12:20	CT	Vardasca Ricardo	Infrared thermal imaging: a dataset definition towards decision making and intelligence				
12:20–12:40	CT	Toullier Thibaud	Toward the development of intelligent wayside hot bearings detector system : combining the thermal vision with the strength of yolo-v4				
11:00–12:40				Session 2-a – Artificial Intelligence II		Bogusław Więcek	
11:00–11:20	CT	Helvig Kevin	Toward deep learning fusion of flying spot thermography and visible inspection for surface cracks detection on metallic materials				
11:20–11:40	CT	Albert-Weiss Dominique	Multitask learning approach for fruit ripeness prediction using a dual band thermal camera				
11:40–12:00	CT	Albert-Weiss Dominique	Continual learning to study the ripening of agricultural commodities using infrared thermography				
12:00–12:20	CT	Pareek Kaushal Arun	Development of an intelligent failure analysis system based on infrared thermography and finite element modelling supported data augmentation for deep learning				
12:20–12:40	CT	Urbaś Sebastian	Simulation of single-pixel ir camera with cnn reconstruction algorithm				



# Intelligence Artificielle et CND thermique

## Exemple de travaux en thermique (QIRT 2022)

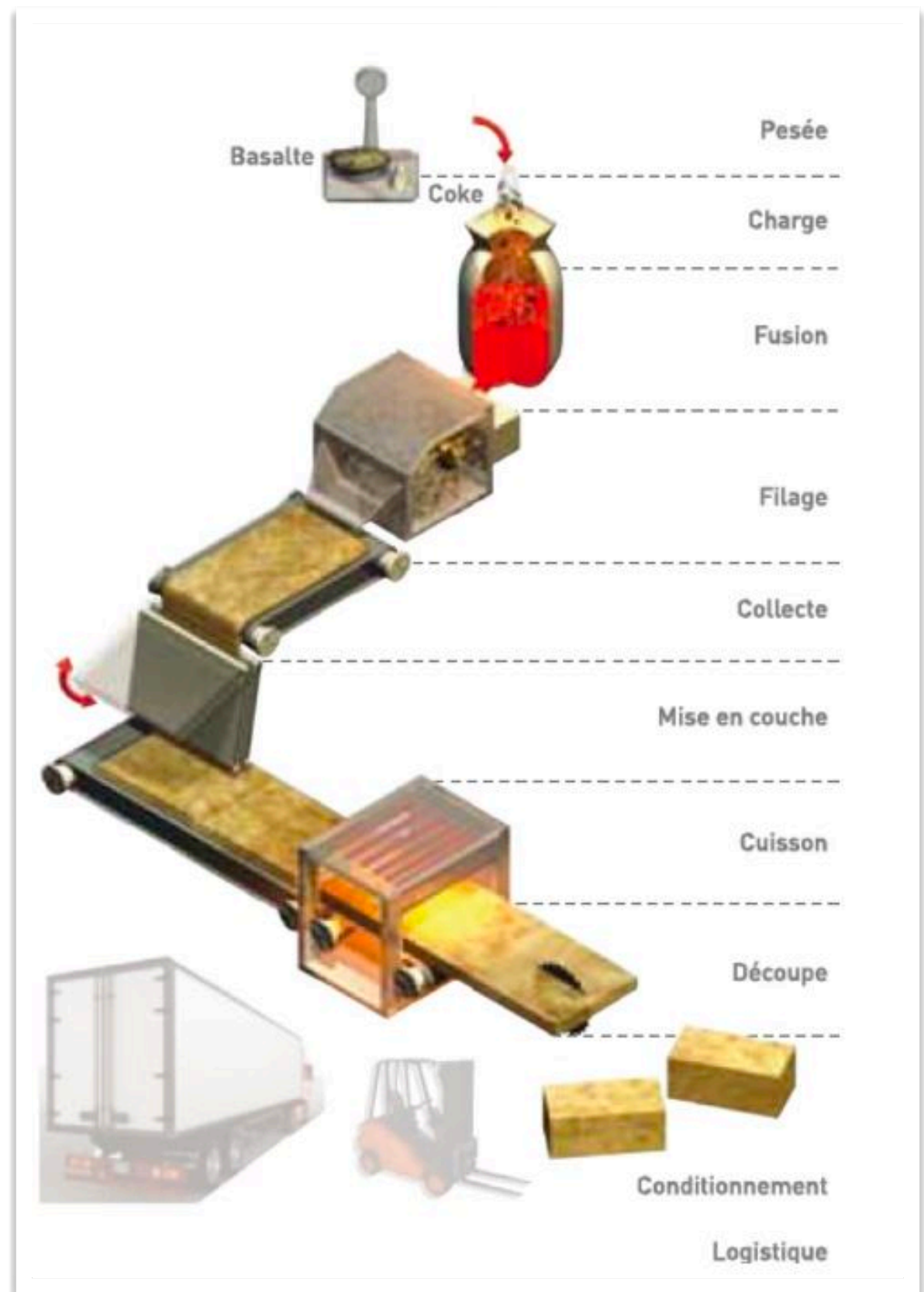
11:00-12:40				Session 1-1 – Artificial Intelligence I	Bogusław Więcek
11:00-11:20	CT	Liangliang Cheng	Irt-gan: a gan framework for automated defect segmentation in composites using infrared thermography		
11:20-11:40	CT	Tout Karim	Defect detection on inductive thermography images using convolutional neural networks		
11:40-12:00	CT	Kaczmarek Mariusz	The use of machine learning for face regions detection in thermograms		
12:00-12:20	CT	Vardasca Ricardo	Infrared thermal imaging: a dataset definition towards decision making and intelligence		
12:20-12:40	CT	Toullier Thibaud	Toward the development of intelligent wayside hot bearings detector system : combining the thermal vision with the strength of yolo-v4		
11:00-12:40				Session 2-a – Artificial Intelligence II	Bogusław Więcek
11:00-11:20	CT	Helvig Kevin	Toward deep learning fusion of flying spot thermography and visible inspection for surface cracks detection on metallic materials		
11:20-11:40	CT	Albert-Weiss Dominique	Multitask learning approach for fruit ripeness prediction using a dual band thermal camera		
11:40-12:00	CT	Albert-Weiss Dominique	Continual learning to study the ripening of agricultural commodities using infrared thermography		
12:00-12:20	CT	Pareek Kaushal Arun	Development of an intelligent failure analysis system based on infrared thermography and finite element modelling supported data augmentation for deep learning		
12:20-12:40	CT	Urbaś Sebastian	Simulation of single-pixel ir camera with cnn reconstruction algorithm		

### Principales applications :

- Détection de pattern (défauts, zone d'intérêt...) / dérives
- Extraction de paramètres pertinents

# Détection de défauts : Rockwool

Détection de défaut sur une ligne de production de plaque de laine de roche



<https://www.distriartisan.fr/blog/isolant-laine-de-roche-rockwool/>

Journées IA et CND - 08/06/22



# Detection de défauts

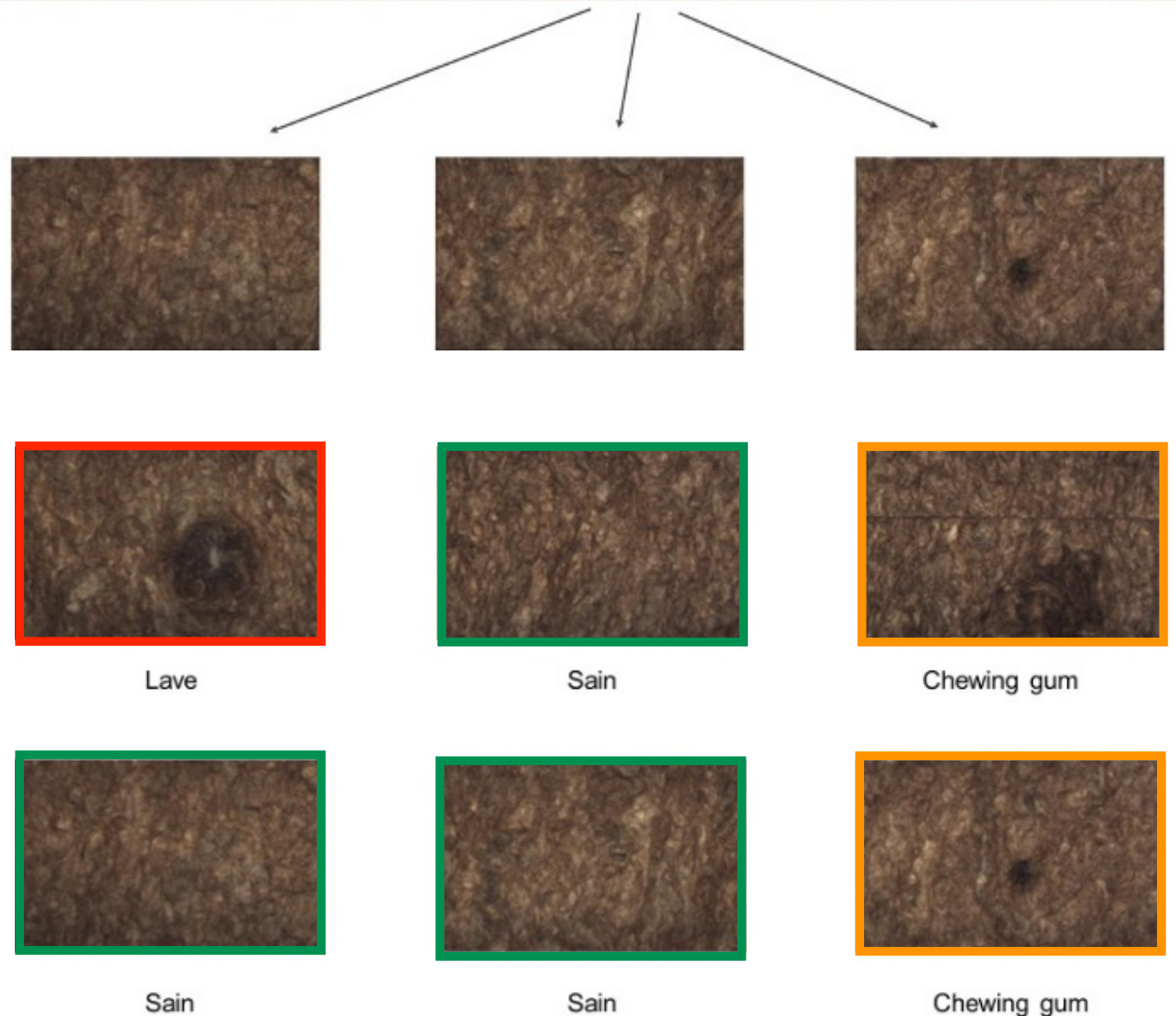
Image caméra visible



Rognage en volumes d'intérêt  
-> un millier d'images pour  
l'apprentissage

3 classes de matériaux :

- Sain
- Lave
- Chewing Gum





# Apprentissage d'un CNN

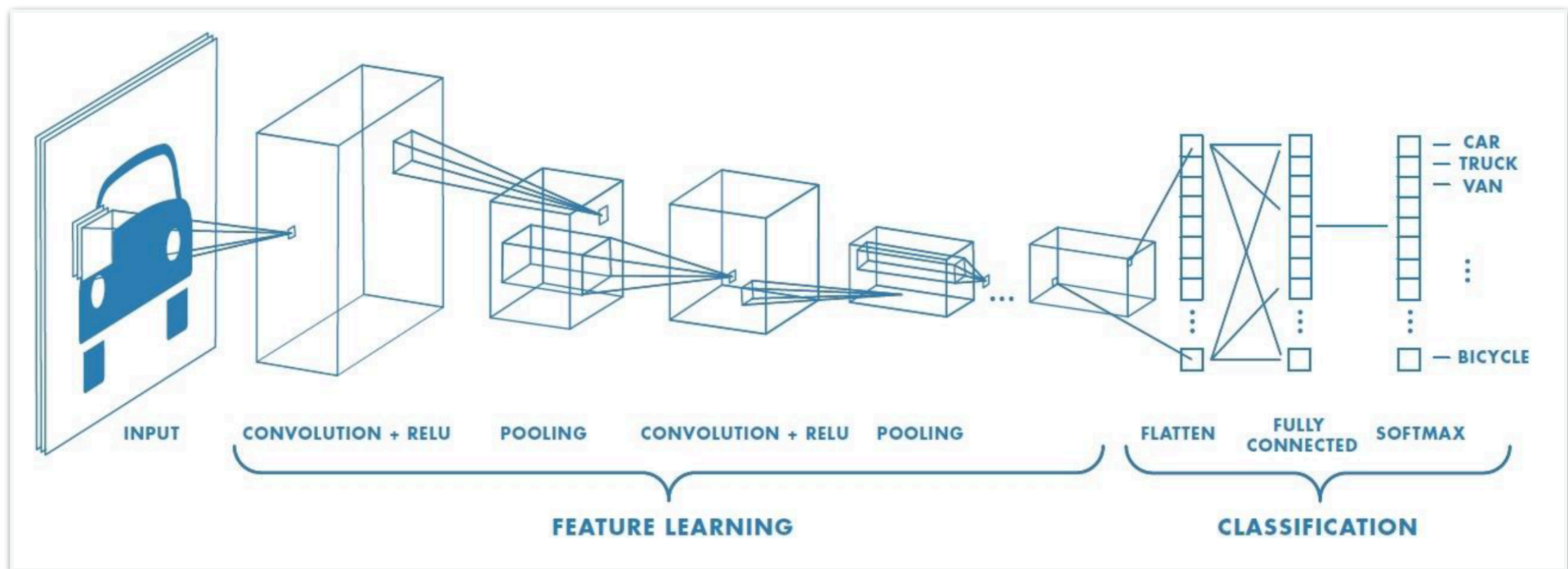
Convolutional Neural Network (Matlab)

3 couches de convolution + relu + pooling

3 classes en sortie : Chewing gum, Lave, Sain

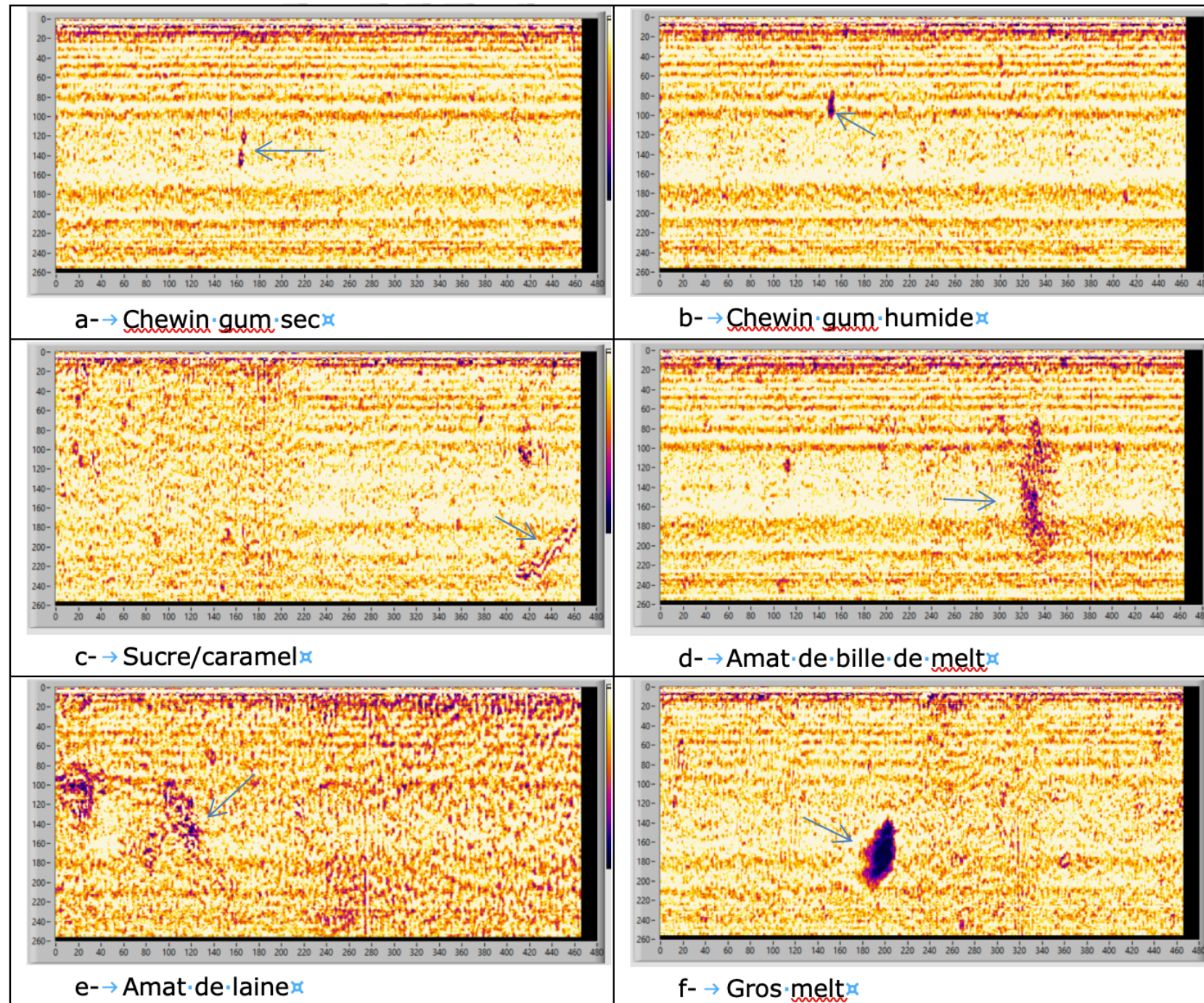
Performances brutes :

- Les images Saines reconnues à 100%
- Les images de Lave à 70%.
- Chewing gum < 70%





# Détection de défauts : passage au THz



Performances brutes :

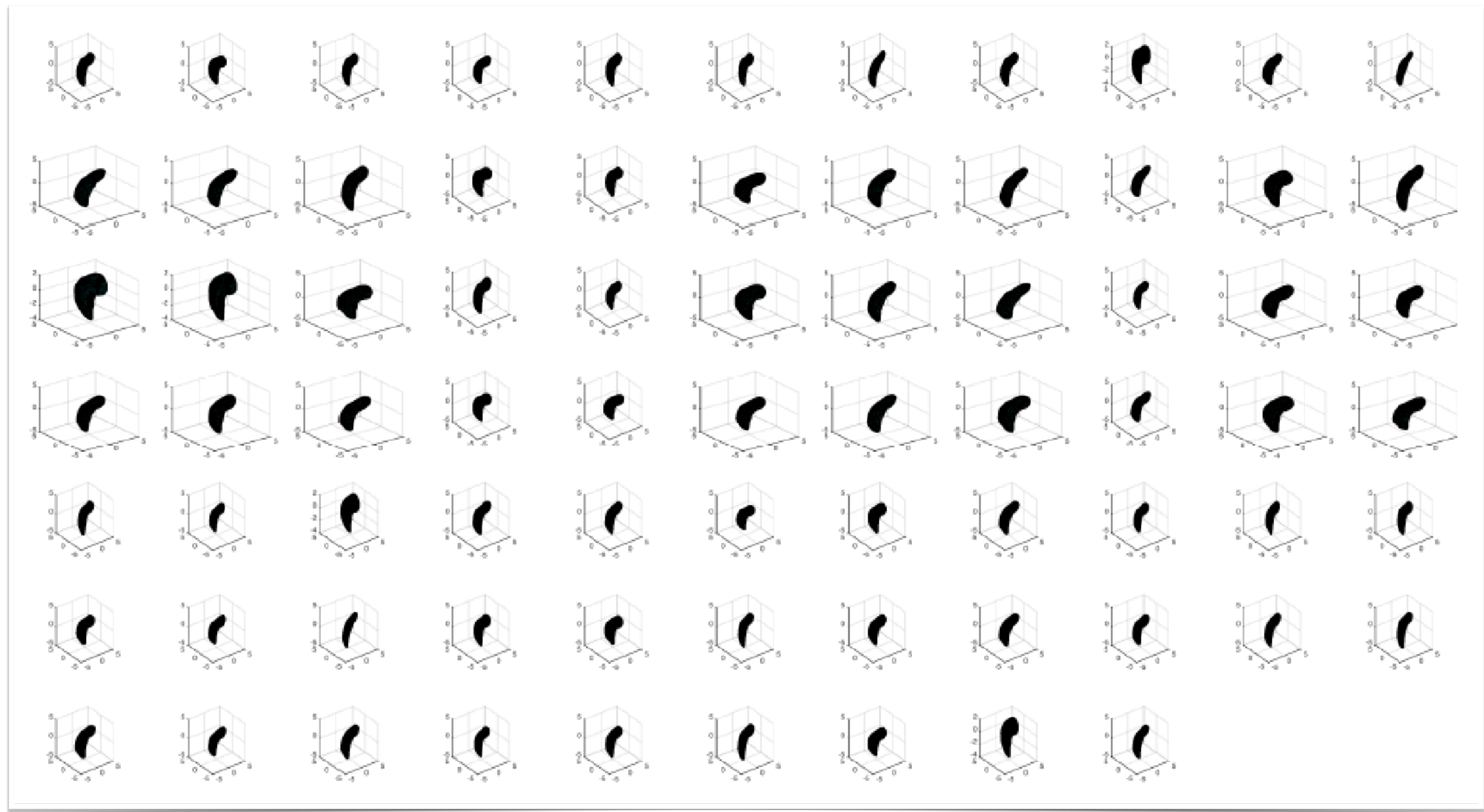
- Saines reconnues à 100%
- Lave à 90%.
- Chewing gum 90%

Bilan:

- Besoin de beaucoup d'images représentatives
- Apprentissage supervisé
- L'expertise a permis d'améliorer les résultats
- Marche en temps réel

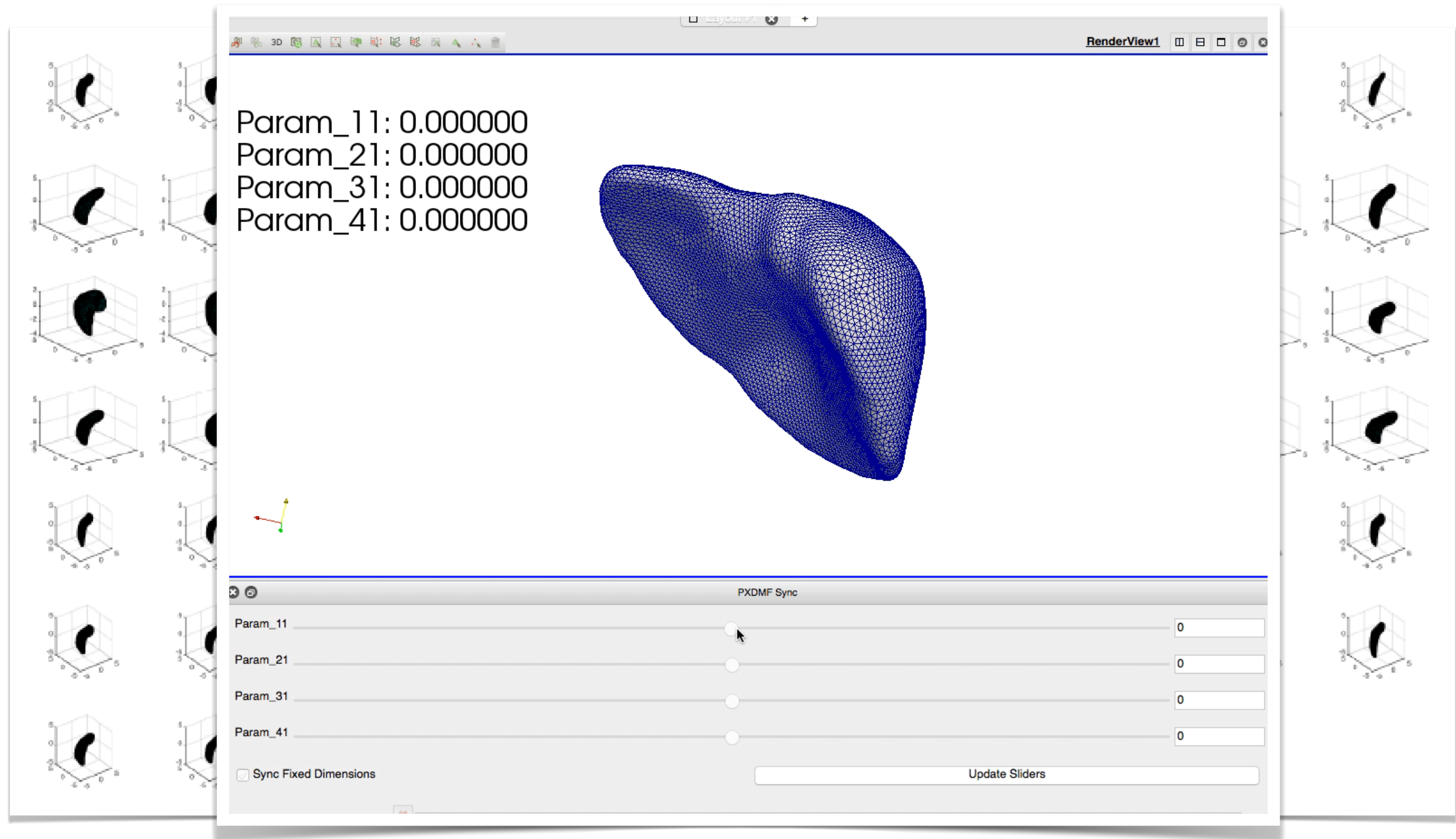


# Extraction de paramètres : reconstruction de foies

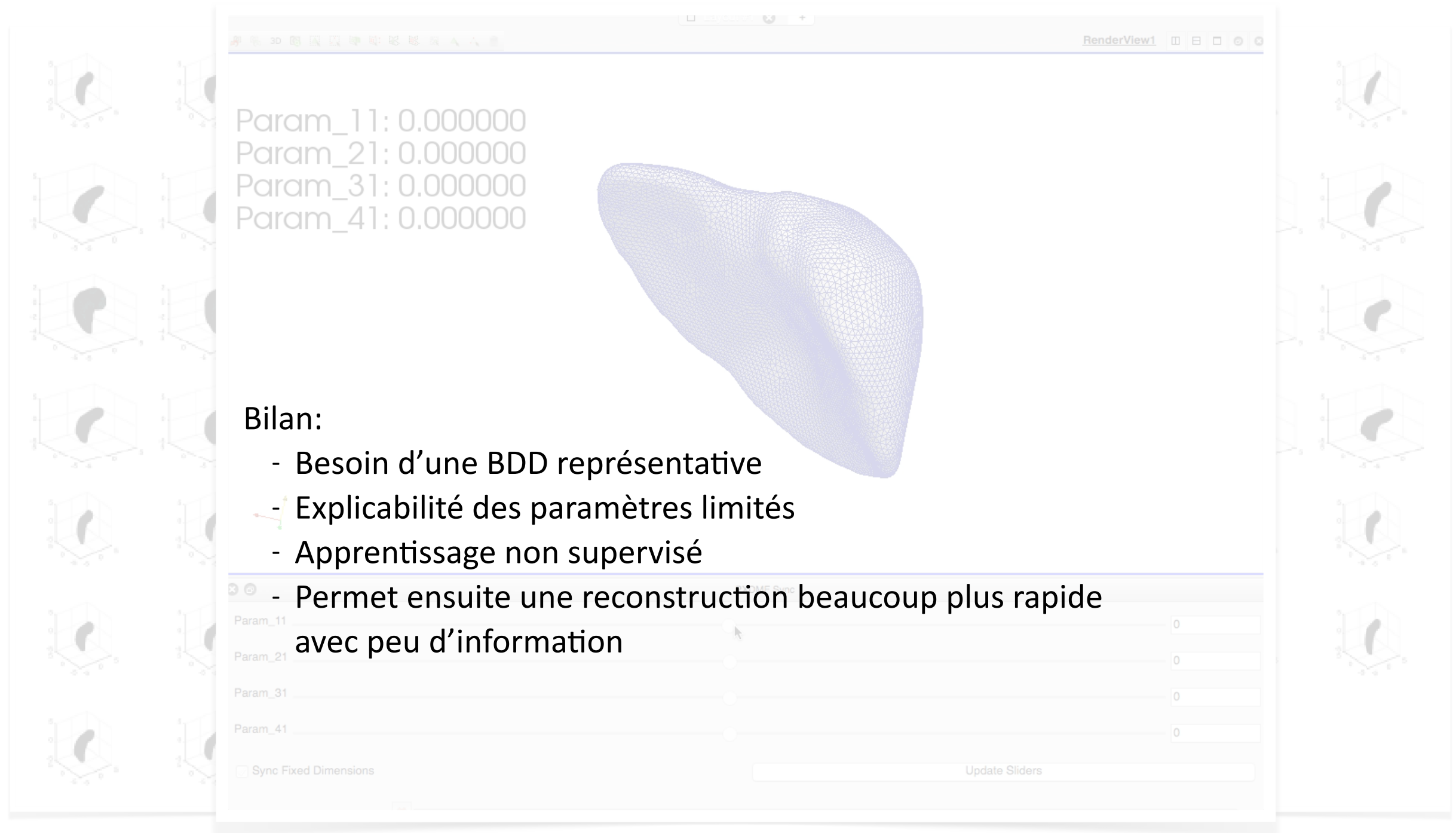




# Extraction de paramètres : reconstruction de foies



# Extraction de paramètres : reconstruction de foies



# Bilan

## Apports

- Détection de défauts automatique et en continu
- Fonctionnement en temps réel possible
- Extraction de paramètres pertinents et corrélation avec paramètres matériaux / process
- Extraction de paramètres pour la reconstruction / les méthodes de réduction de modèle



# Bilan

## Apports

- Détection de défauts automatique et en continu
- Fonctionnement en temps réel possible
- Extraction de paramètres pertinents et corrélation avec paramètres matériaux / process
- Extraction de paramètres pour la reconstruction / les méthodes de réduction de modèle

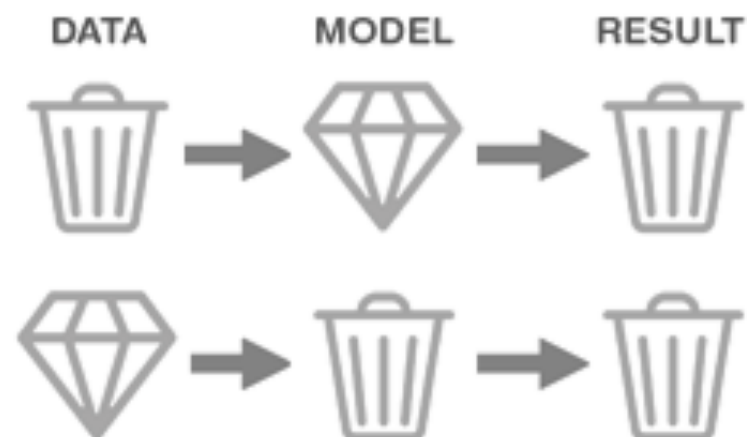
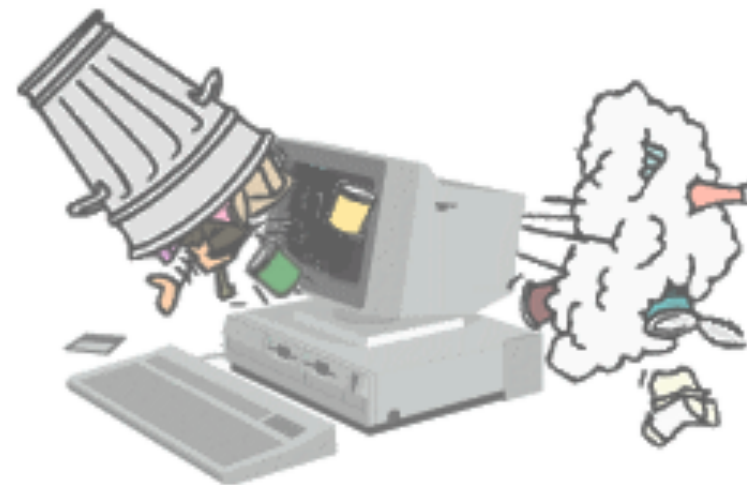
## Difficultés

- Besoin d'une labellisation dans le cas de l'apprentissage supervisé
- L'expertise reste très importante
- Besoin d'un grand nombre de données pertinentes / représentatives
- Qu'est-ce qu'une bonne BDD ?

# Bilan

## Apports

- Detection de défauts automatique et en continu
- Fonctionnement en temps réel possible
- Extraction de données et corrélation avec le process
- Extraction de données pour la reconstruction et la réduction de coûts



## Difficultés

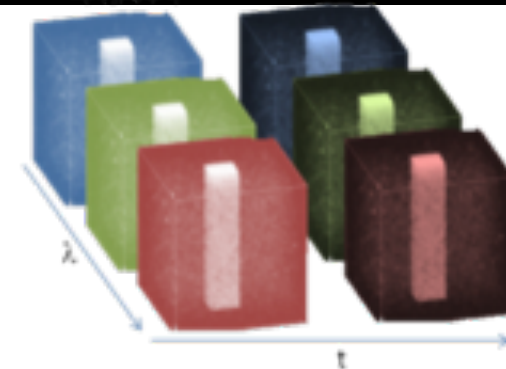
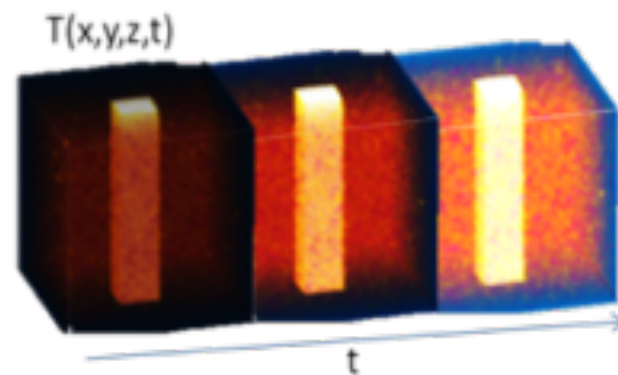
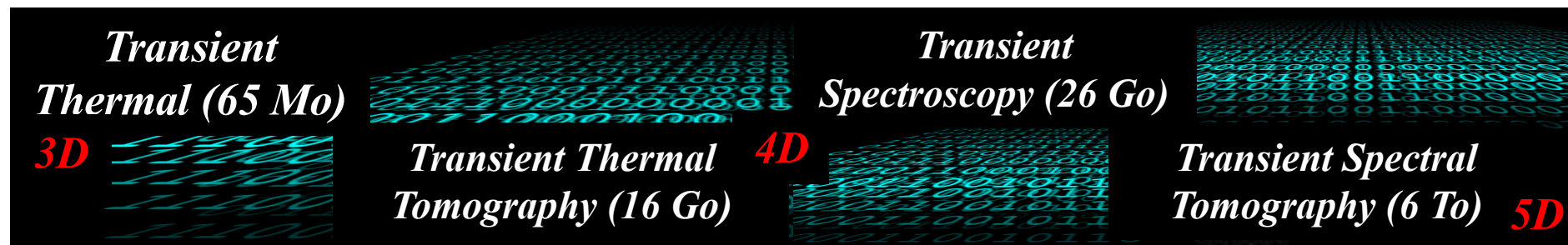
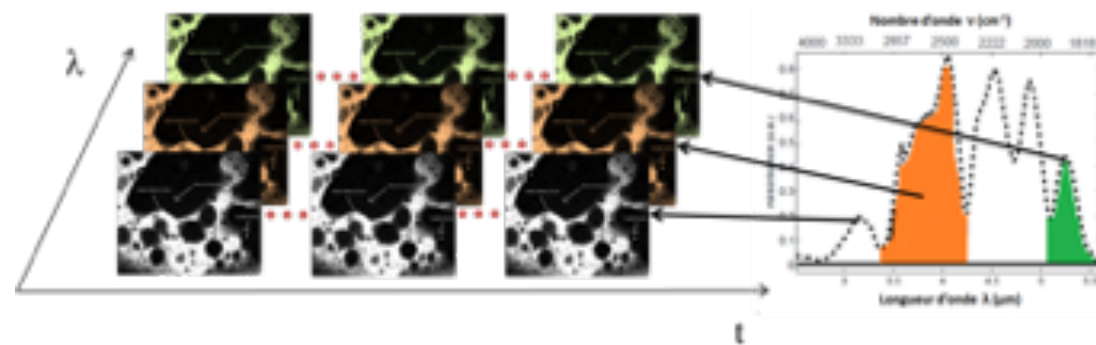
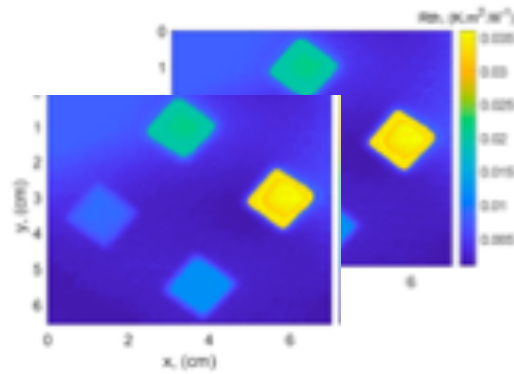
- Besoin d'une labellisation dans le cas de l'apprentissage supervisé
- L'expertise reste très importante
- Besoin d'un grand nombre de données pertinentes / représentatives
- Qu'est-ce qu'une bonne BDD ?

# Plan

- Utilisation de l'IA dans le traitement de la donnée
- **Qu'est-ce qu'une bonne base de données ?**
- Hybridation Physique et IA



# Génération de données massives

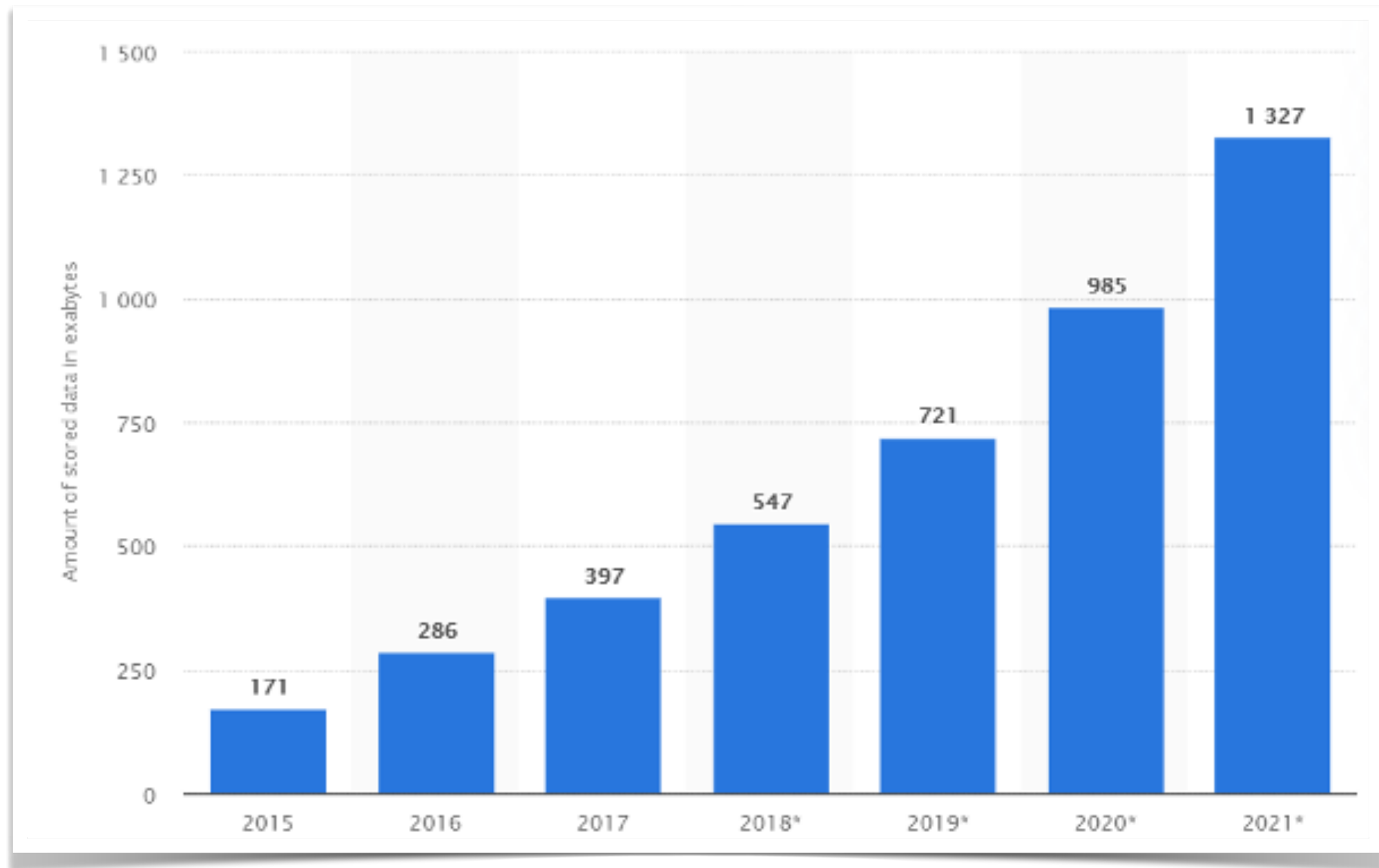


Un cube de 5.8 million pixels, créé à 200 fps avec 100 longueur d'onde dans le spectre

**C'est plus de 1.65 TB de données à stocker toutes les 3 minutes**

# Point DD&RS

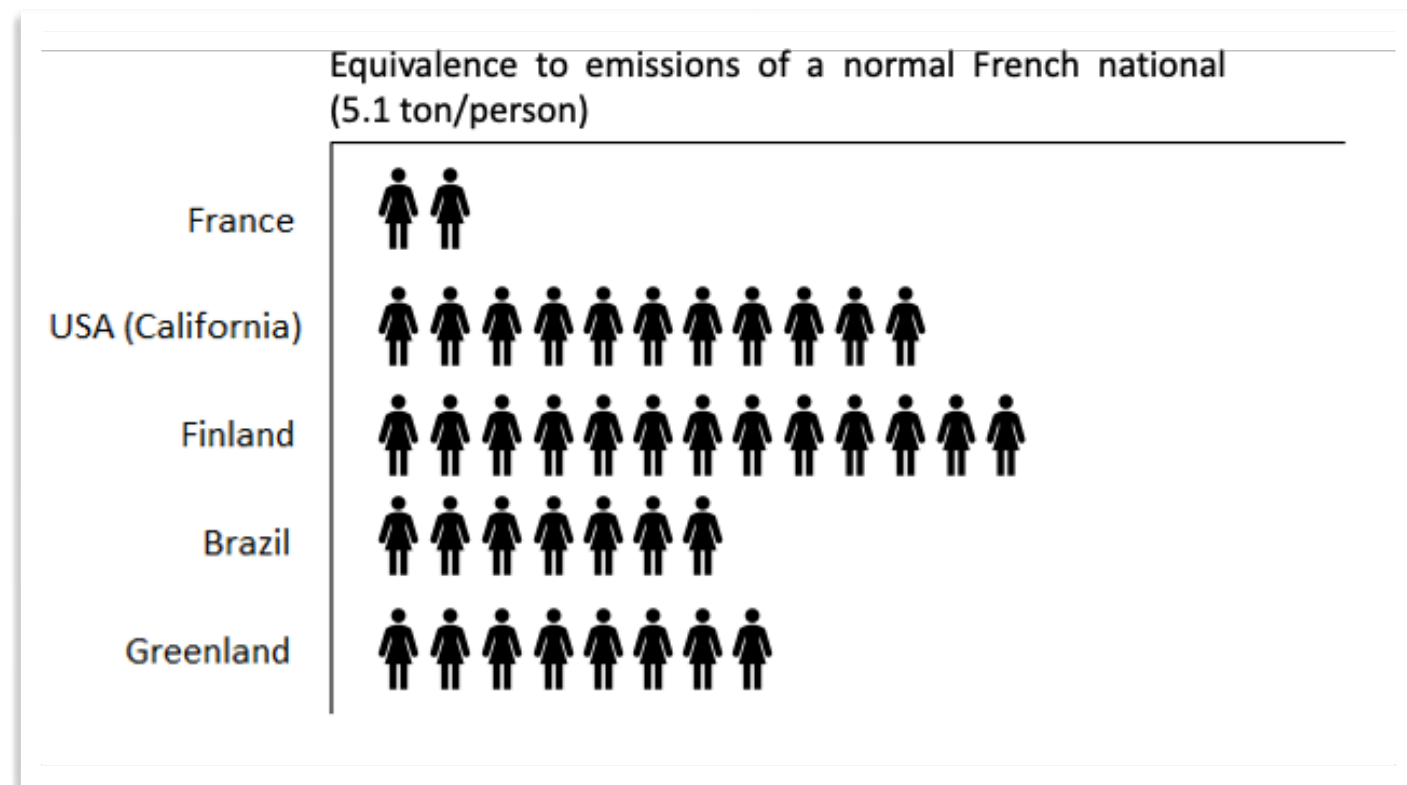
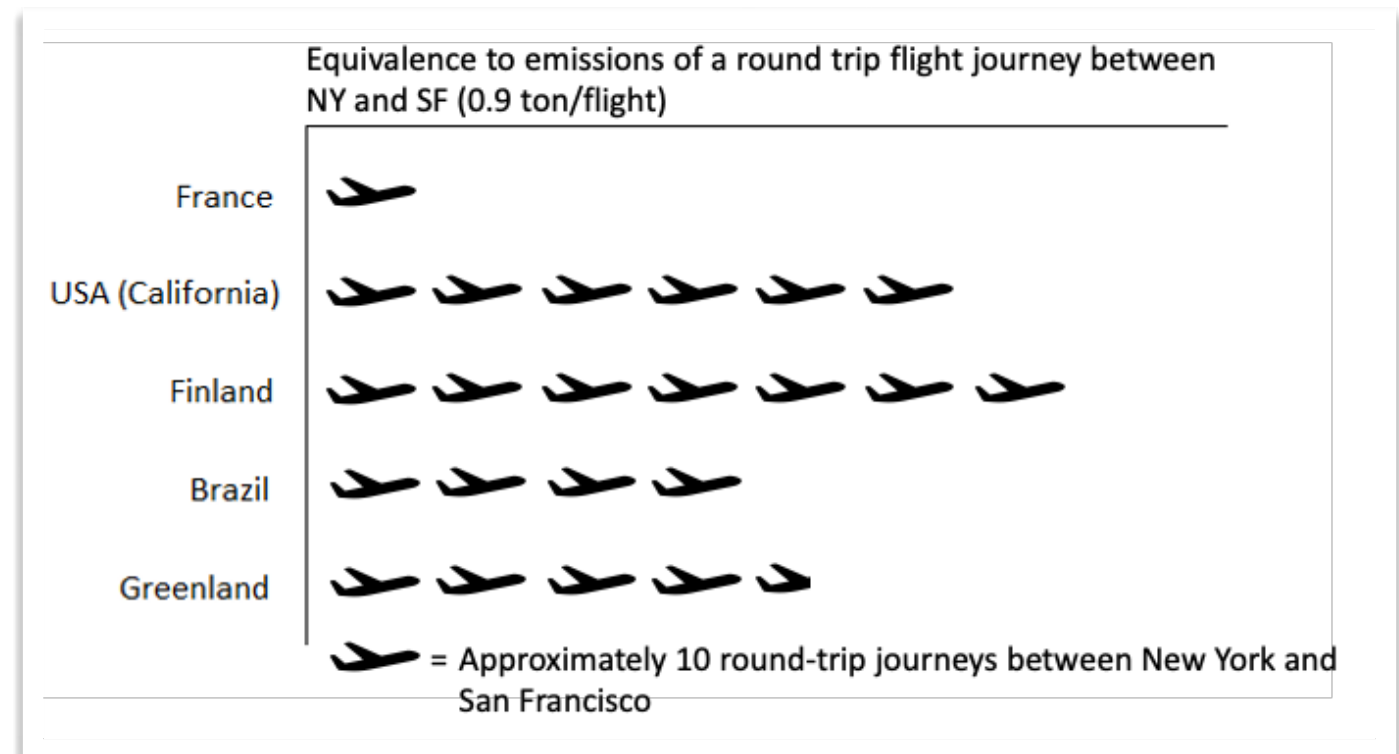
Evolution du stockage de la données



<https://www.statista.com/statistics/638613/worldwide-data-center-storage-used-capacity/>

# « Poids » de la data

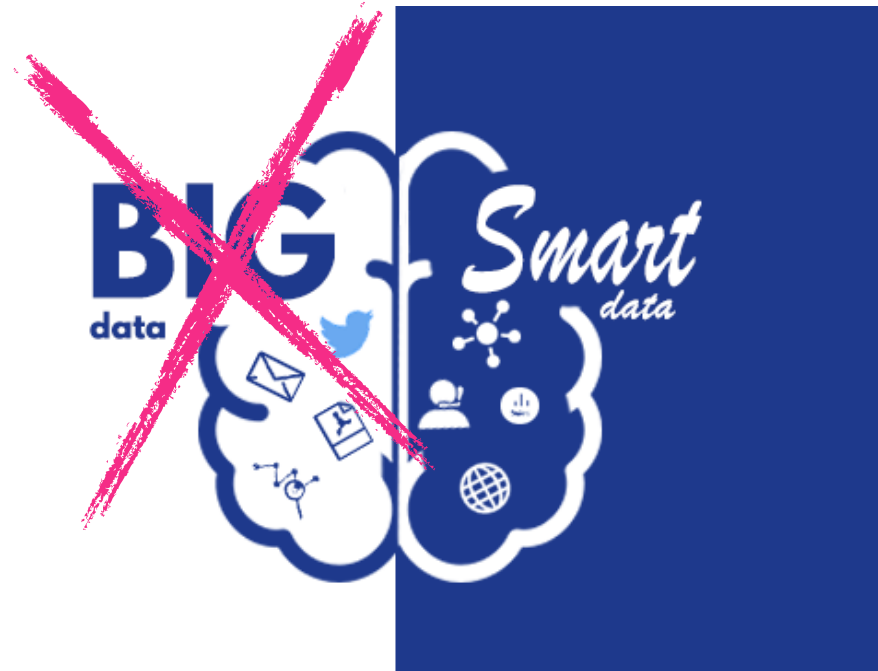
Bilan carbone pour le stockage de 1000 To de données pendant 1 an





Wine  
• IS THE ANSWER •  
Wait,  
WHAT WAS  
THE QUESTION?

# Big vs Smart data



Cohérentes et contenant  
le plus d'information

Étape numéro 1 !

Définir quelles seront les données intelligentes à collecter pour répondre à la problématique posée

que l'on peut mesurer

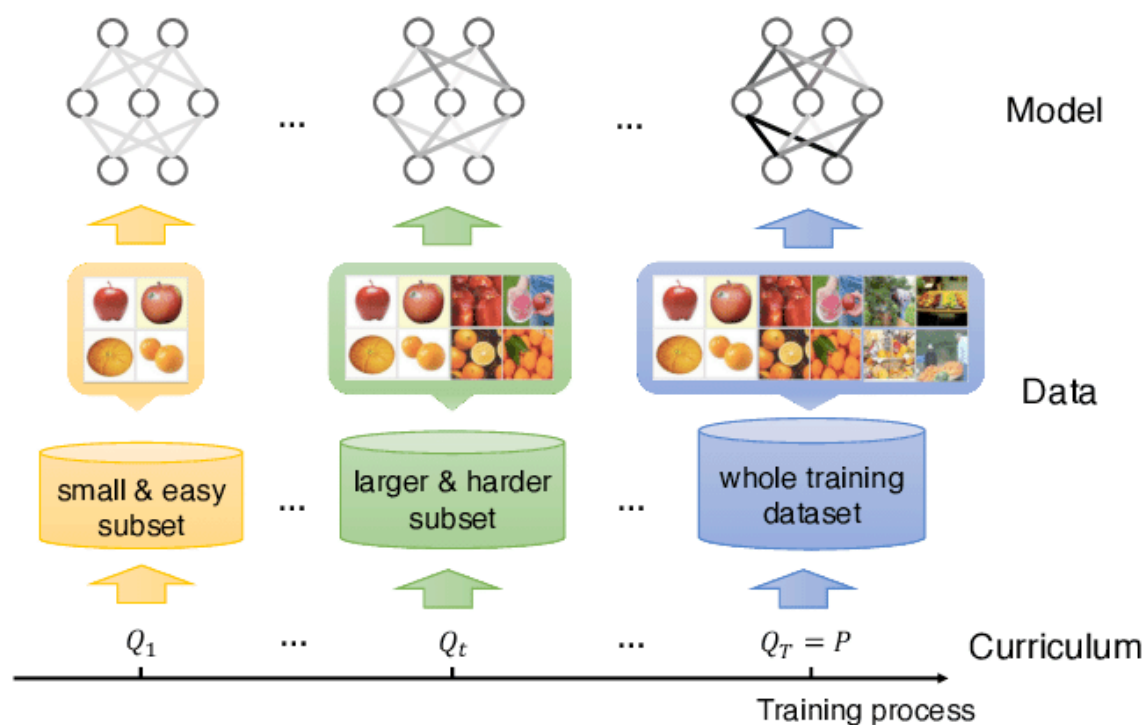
# Plan

- Utilisation de l'IA dans le traitement de la donnée
- Qu'est-ce qu'une bonne base de données ?
- **Hybridation Physique et IA**

# Hybridation / combinaison physique et IA

## Augmentation de la donnée

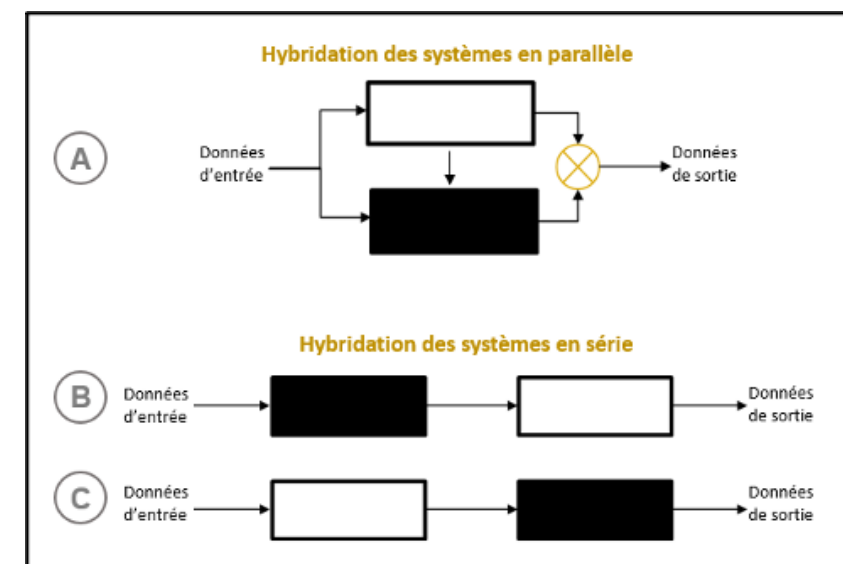
- Données synthétiques
- Curriculum learning



Wang & al. (2021). A Survey on Curriculum Learning. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. PP. 10.1109/TPAMI.2021.3069908.

## Hybridation de l'approche

- Combinaison dans le processus de CND : IA pour la détection et la physique pour la caractérisation
- Hybridation dans les modèles : combinaison des modèles physiques et des modèles basés sur les données



M. von Stosch, & al« Hybrid semi-parametric modeling in process systems engineering : Past, present and future », Computers and Chemical Engineering, vol. 60 (2014) 86–101, 2013



# Conclusions

- **Apport de l'IA pour un certain nombre de cas d'application détection temps réel sur images**

*Dérive sur signaux*

- **Importance de la construction de la base de données**

*Définition précise du besoin*

*Besoin des experts*

- **Vers le smart data et l'hybridation**

*Agilité de l'instrumentation*

*Hybridation IA et modèles physiques, données expérimentales et données numériques*

# Quel apport de l'IA dans l'obtention et le traitement des données expérimentales ?

*« Le choix de la méthode dépendra de la nature de la pièce métallique, de la taille des fissures recherchées, de la sensibilité requise et des contraintes spécifiques de l'application.*

*Il est recommandé de consulter des experts en contrôle non destructif thermique pour déterminer la méthode la plus appropriée dans un contexte donné. » Chat GPT.*