



ESTIMATION EN LIGNE PAR RESEAUX DE NEURONES D'UNE DISTRIBUTION DE TAILLE DE PARTICULE EN CRISTALLISATION

UCBL-GSA-M2R JIANG Lukan 2005-2006

Encadrant: P. Dufour (LAGEP-UCBL1), G. Fevotte (LAGEP-UCBL1)
S. Bhartiya (Dept. Chem. Eng., IIT Bombay, India)

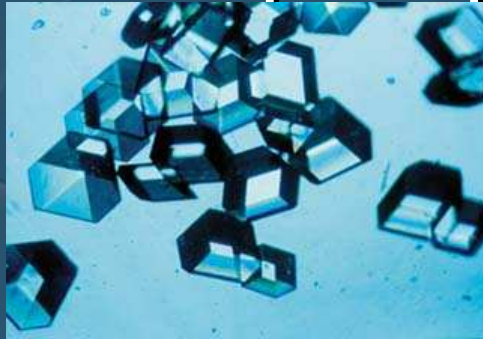


LE SOMMAIRE

- Introduction du mesure de taille de particule(Le contexte)
- Expérimentations chimiques
- Objective de recherche
- Principe du réseau de neurones
- Étudier les modèles de réseau de neurones
- Résultats
- Conclusions

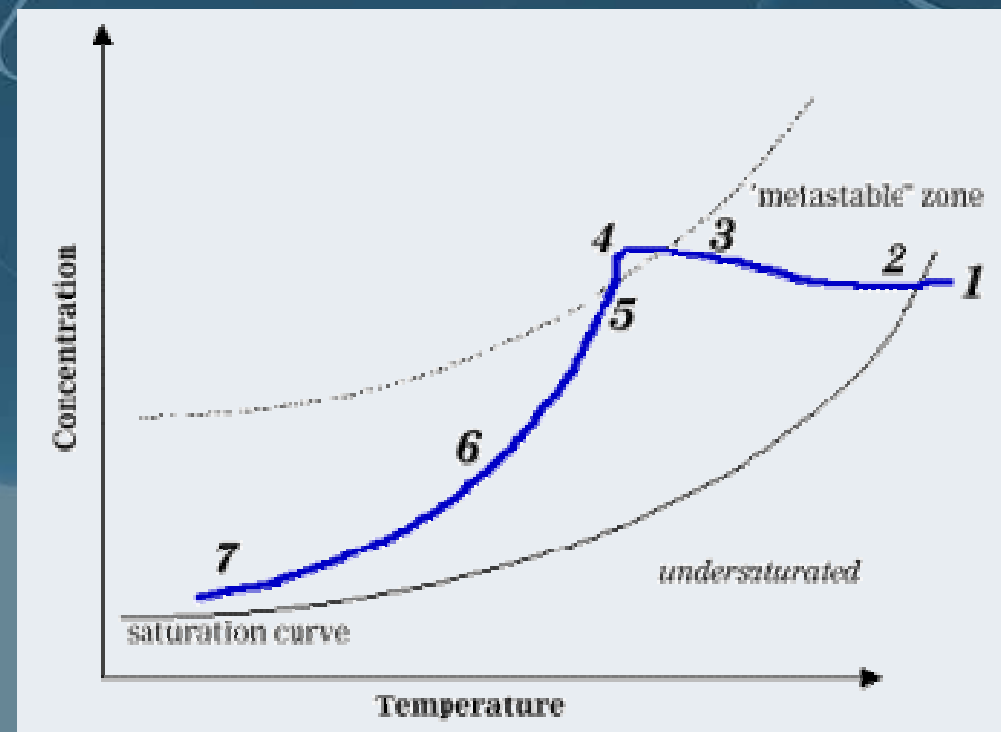
INTRODUCTION DE LA MESURE DE TAILLE DE PARTICULE (1)

- Le principe du cristallisation



Cristal industriel

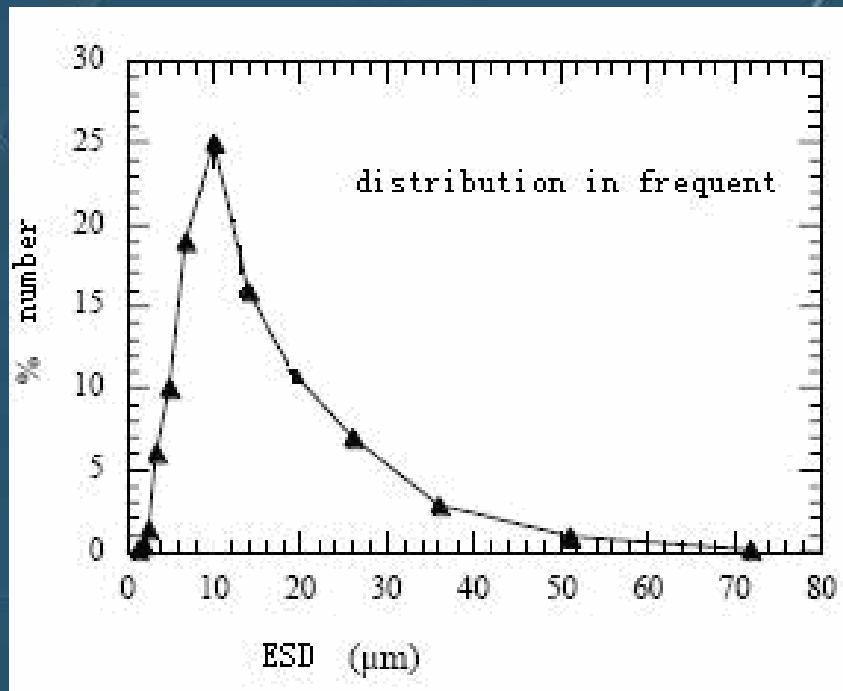
1. Sous-saturation
2. Refroidir au saturation
3. Entrer au zone saturation
4. Nucléation
5. Concentration décroissant et commencement du grandissement du cristal
6. Cristal grandis rapidement
7. Super-saturation



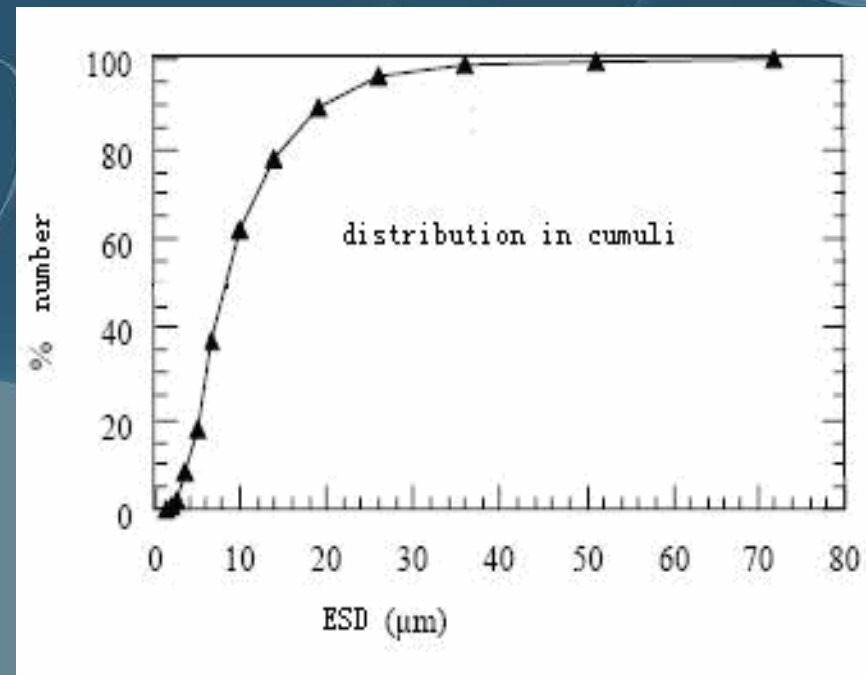
Processus du cristallisation

INTRODUCTION DE LA MESURE DE TAILLE DE PARTICULE (2)

- Distribution de la taille de particule



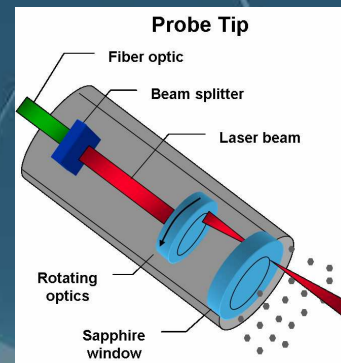
Distribution en fréquence



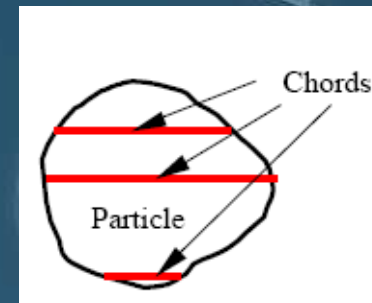
Distribution cumulé

INTRODUCTION DE LA MESURE DE TAILLE DE PARTICULE (3)

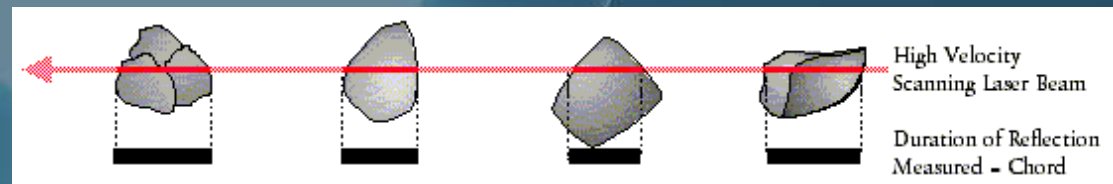
- Méthode de mesure (A): Lasentec® Focused Beam Reflectance Measurement (FBRM)



(a)



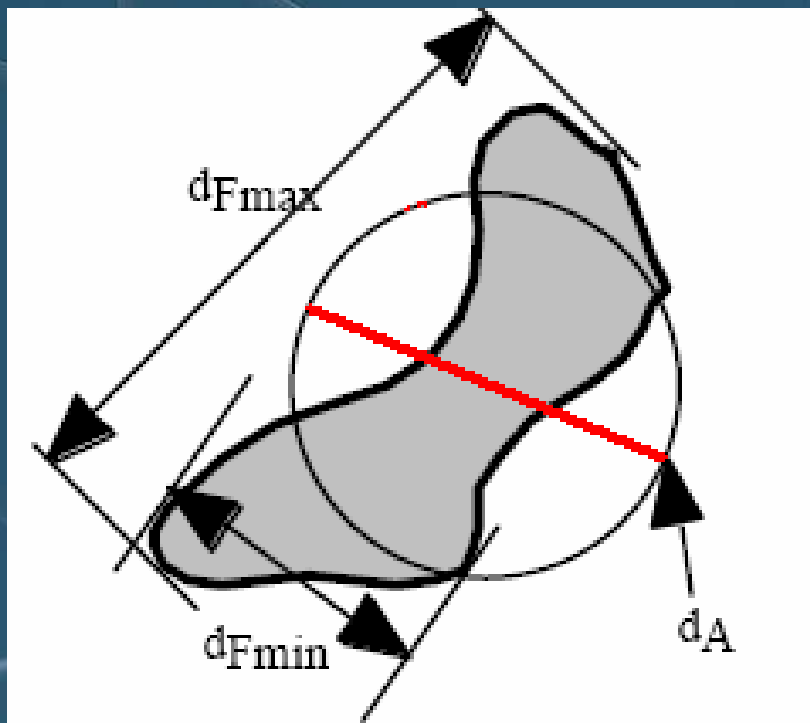
(b)



(c)

INTRODUCTION DE LA MESURE DE TAILLE DE PARTICULE (4)

- Méthode de mesure (B): Photomicroscopy, granulométrie par analyse d'image:



dF : le distance entre deux tangents parallèles à des cotés opposés de la particule.

dA : diamètre du cycle possédant la même surface projetée que la particule.

Equivalent spherical diameter
(ESD), en anglais

INTRODUCTION DE LA MESURE DE TAILLE DE PARTICULE (5)

- Conclusion: deux mesure possible de CSD (crystal size distribution)

Mesure FBRM : Analyse d'image :

Avantage :

- = Exacte et sensible
- = Hors ligne, dont le résultat se présente sous la forme PSD.
- = En ligne et en situ
- = Gagner directement des beaucoup d'information si possible
- Dynamique

Désavantage :

Désavantage
Pas dynamique

- = Résultat en forme de CLD (chord length distribution) plutôt que PSD (particle size distribution)
- = Existe erreur d'échantillonnage
- = Gaspiller du matériel





EXPERIMENTATION CHIMIQUE(1)

- Matériel: Acide adipique



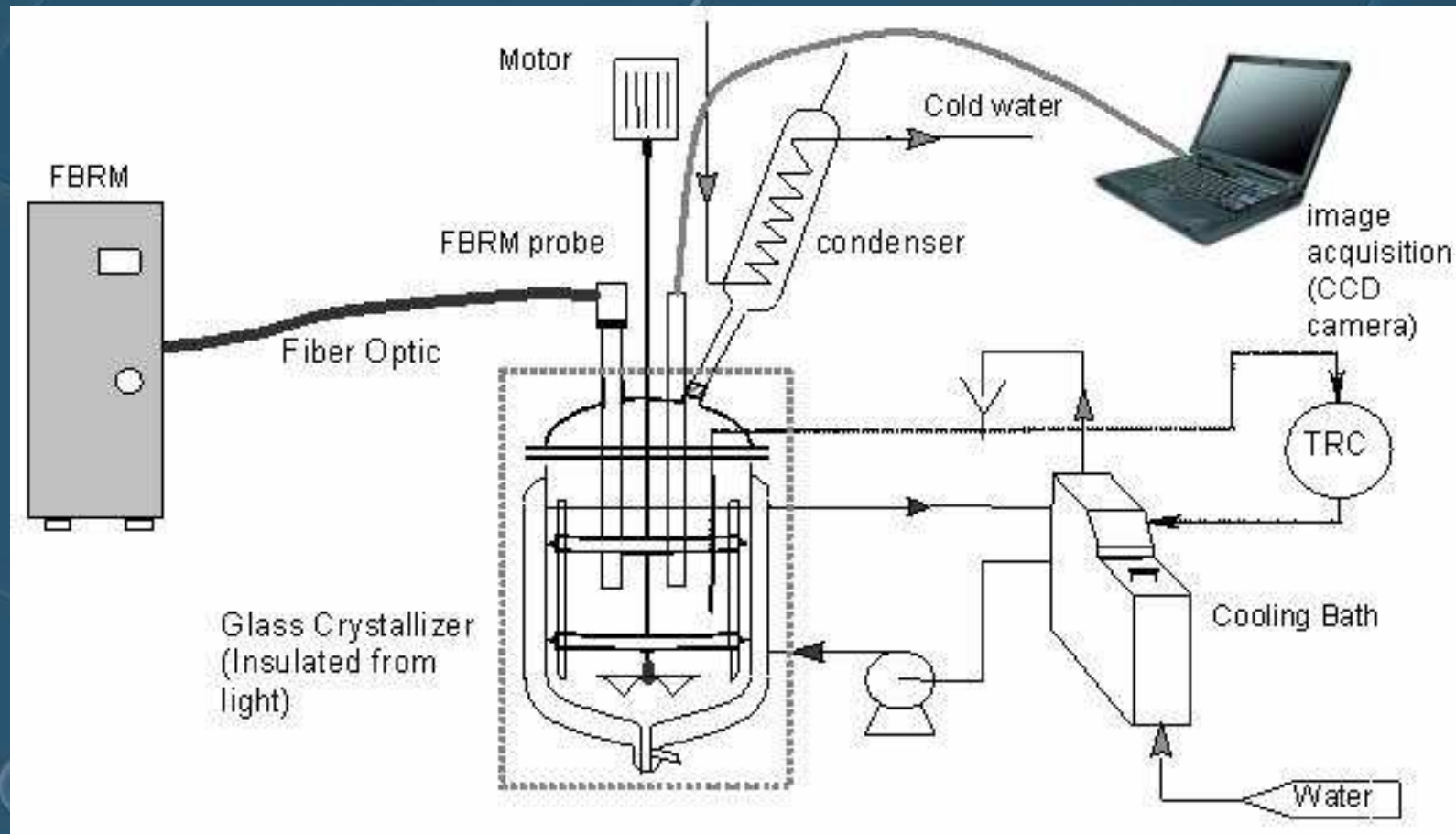
Définition:

L'acide adipique est un composé chimique de la classe des acides carboxyliques. C'est une poudre cristalline blanche apparaissant comme acide dans des solutions aqueuses, bien qu'il ne soit pas fortement soluble.



EXPERIMENTATION CHIMIQUE(2)

- Équipement: FBRM et caméra, etc.

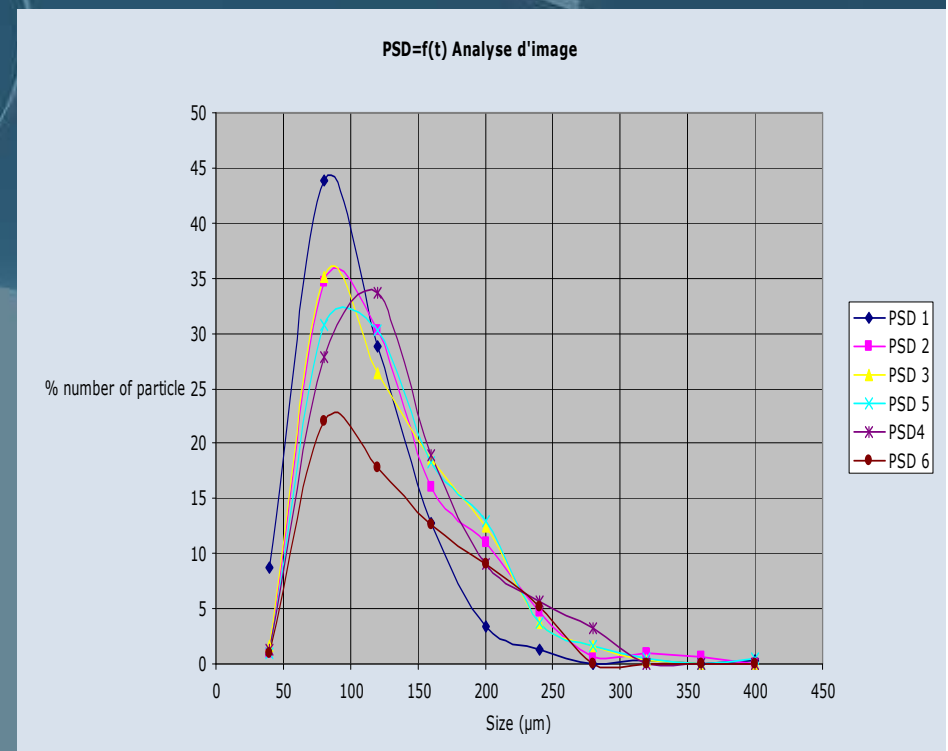
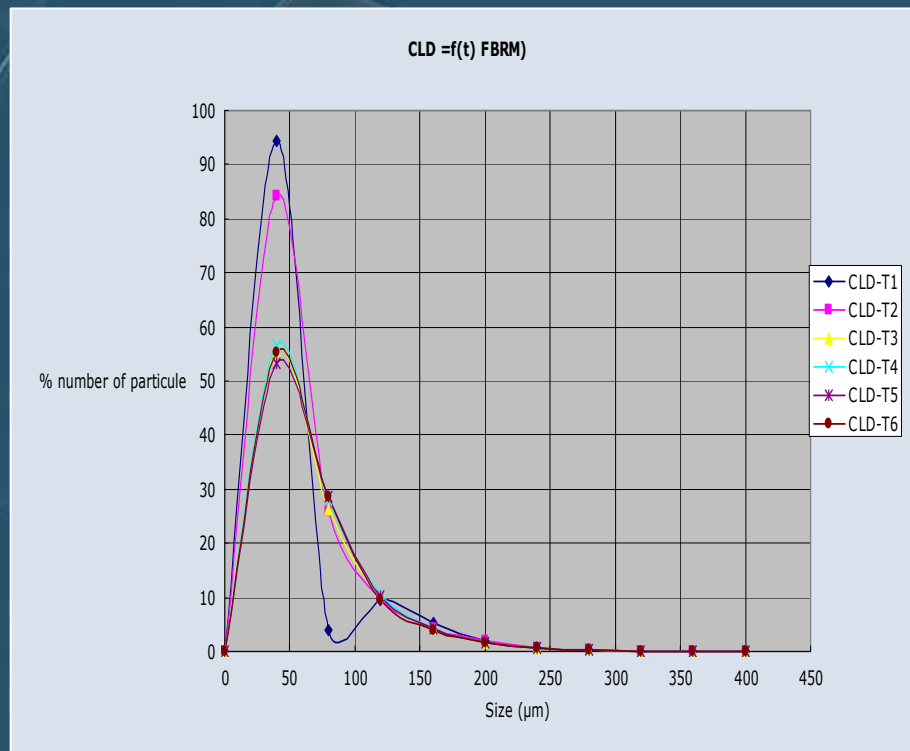




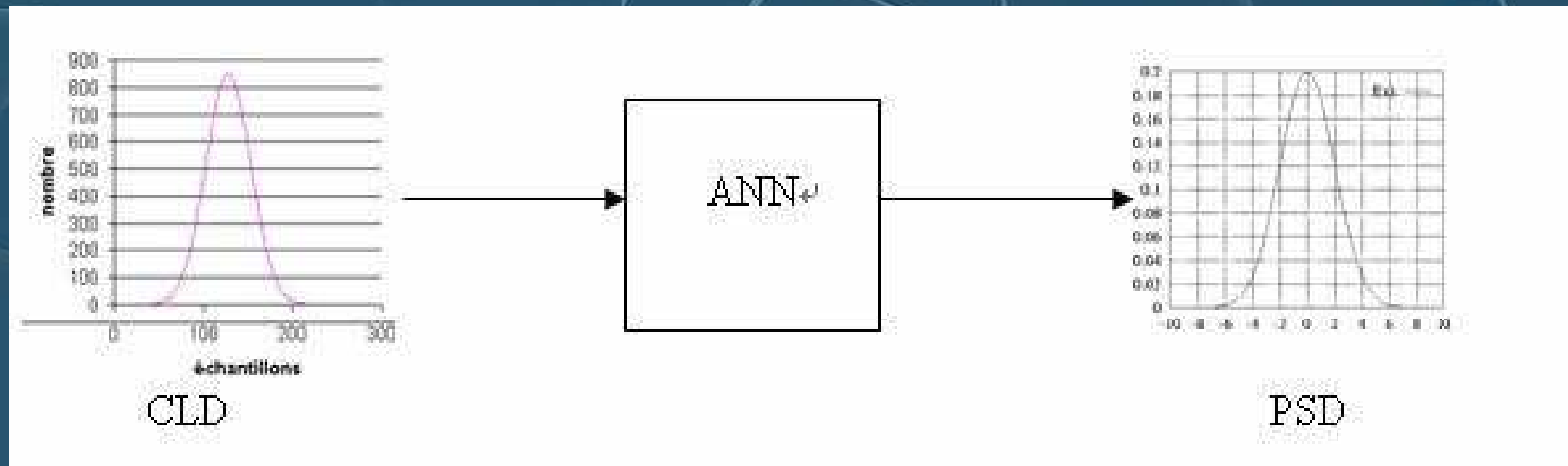
EXPERIMENTATION CHIMIQUE(3)

- Résultat expérimental: Mesure en utilisant FBRM(CLD)

- Résultat expérimental: Analyse d'image(PSD)



OBJECTIVE DE RECHERCH

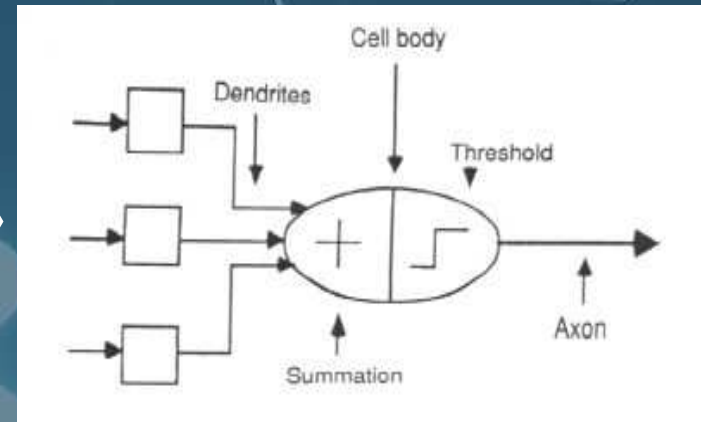
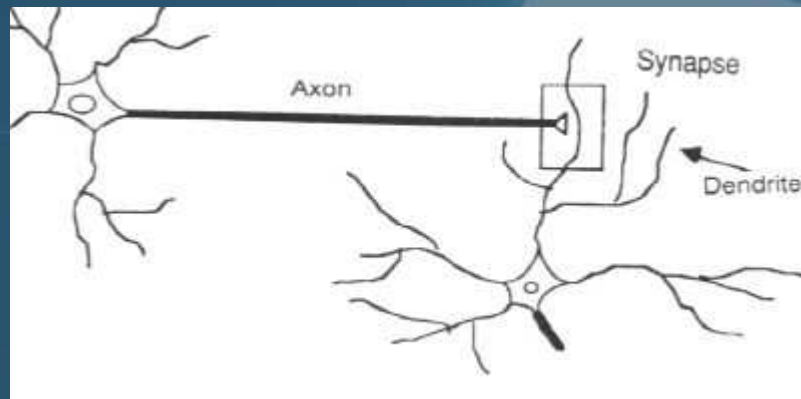
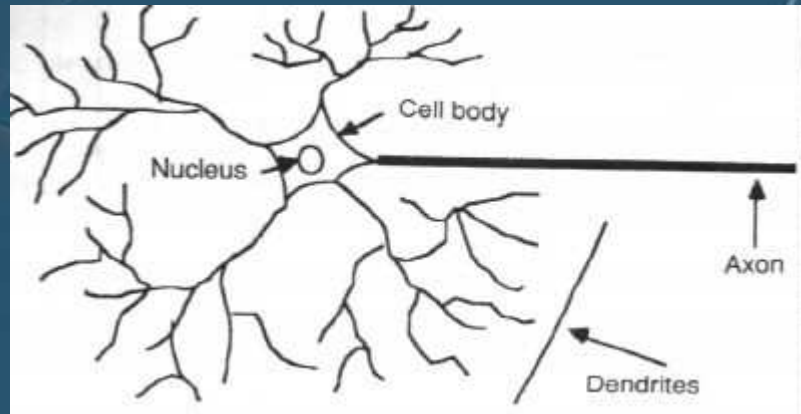


- Le CLD data est la première information donnée par l'équipement. Pour un capteur de ce système, le CLD data doit être traduit en PSD basé sur quantité. Mon travaille, la méthode est sur un adapté réseau de neurones comme capteur logiciel, qui peut traduire le FBRM capteur en PSD basé sur nombre.



PRINCIPE DU RÉSEAU DE NEURONES(1)

- Humaine et neurone artificiel

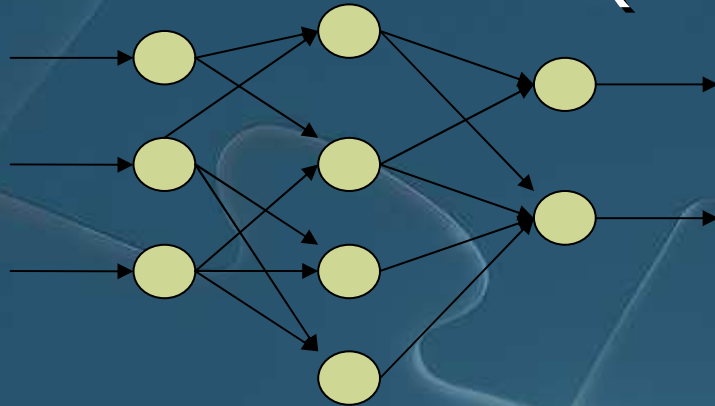


Modèle mathématique

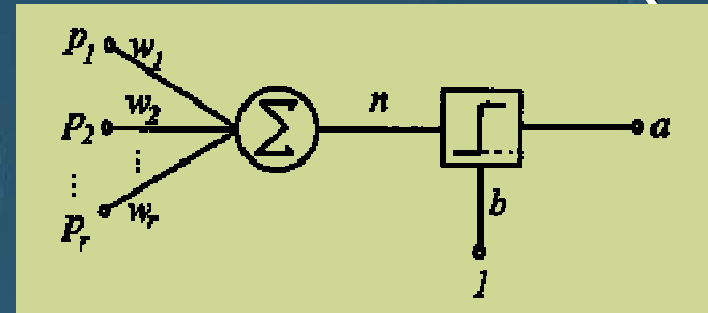


PRINCIPE DU RÉSEAU DE NEURONES(2)

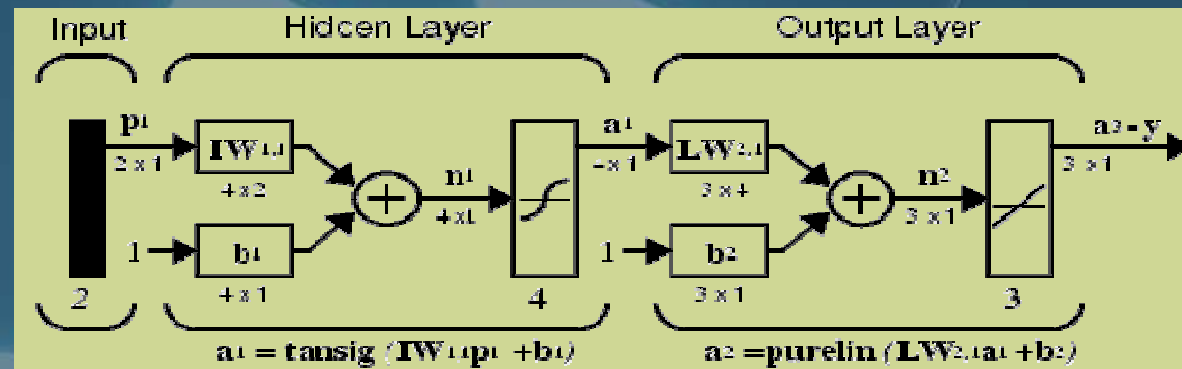
- Feed-forward (FF) réseau de neurones (RN)



FF réseau



Perceptron monocouche



Perceptron multicouche



PRINCIPE DU RÉSEAU DE NEURONES(3)

- Outil de RN dans Matlab (Neural network Toolbox)

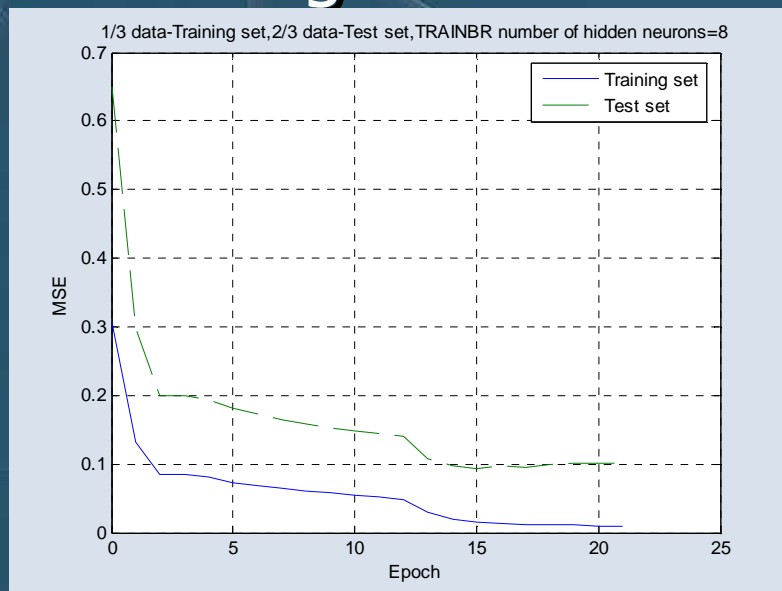
Target	
Nom of fonciton dans Matlab	Description
IMPORTDATA	Importer data
PREMNMX	Pré-procéder de data pour son minimum is -1 et maximum is 1
NEWFF	Créer un FF réseau en back propagation
TRAINBR, TRAINLM	Bayesian regularization backpropagation, Levenberg-Marquardt algorithme
TRAIN	Entraîner un réseau neural selon le fonction entraîné
POSTNMX	Post-procédé data le quel se pré-procède par PREMNMX
SIM	Simulate un réseau neural.
weights	



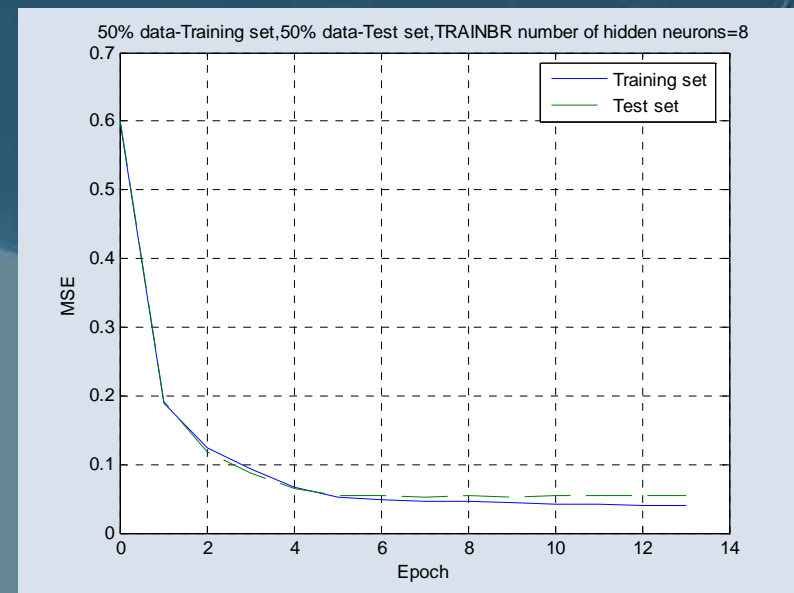
MODELE DE RESEAU DE NEURONES(1)

Exploitations des données

- Séparation des données:
50% training set, 50% test set: dispersés homogène dans le data espace



Training set : Test set=1:2



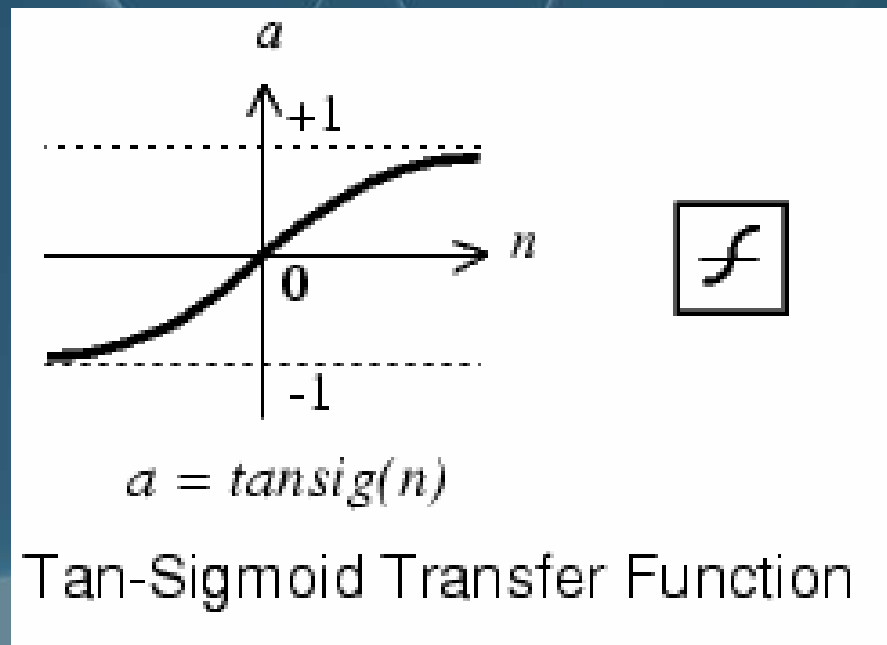
Training set : Test set=1:1



MODELE DE RESEAU DE NEURONES(1)

Exploitations des données

- Pré-procéder des données:
tous les data sont distribués de -1 à 1 car les fonctions d'activation





MODELE DE RESEAU DE NEURONES(2)

Critère

- Le problème d'optimisation sous le critère:

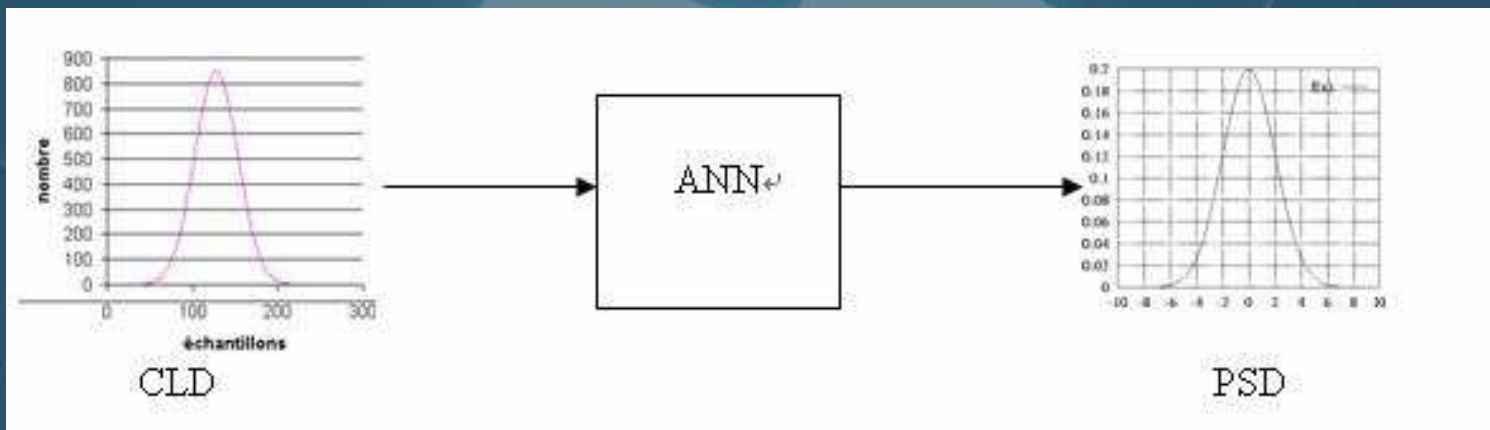
$$E = \frac{1}{g} \frac{1}{p} \sqrt{\sum_{m=1}^g \sum_{n=1}^p (y_{(m,n)} - o_{(m,n)})^2}$$



MODELE DE RESEAU DE NEURONES(3)

Modèle RN 1

- **Modèle 1:**
 - Variables d'entrées: 11 classement de CLD mesuré par FBRM
 - Variables de sorties: 11 classement de PSD par Analyse d'image.
 - Structure de modèle: 3 couches FF réseau de neurones.
 - Fonction de training: TRAINBR (Bayesian régulation)

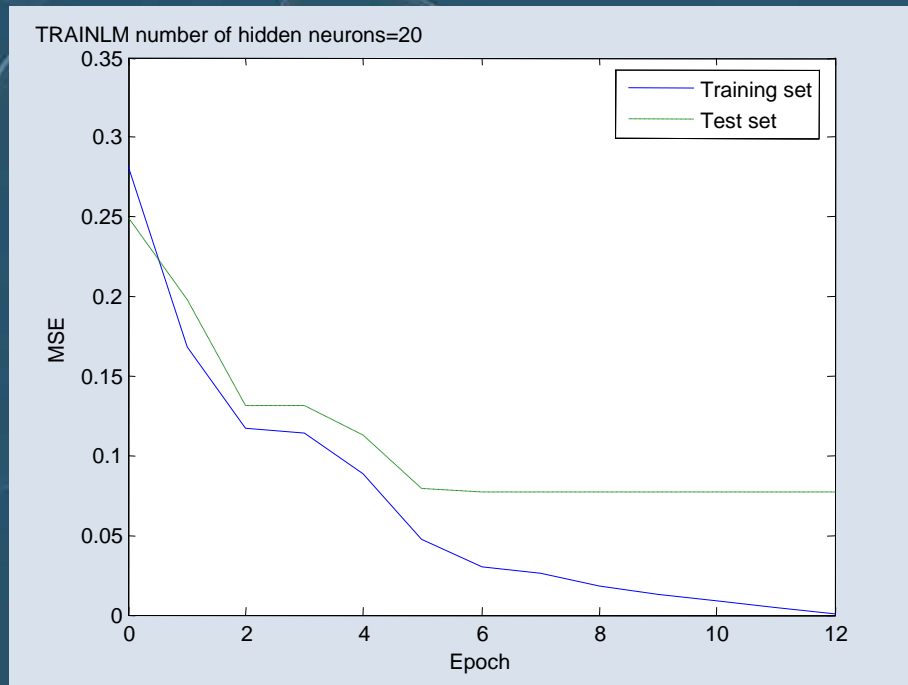




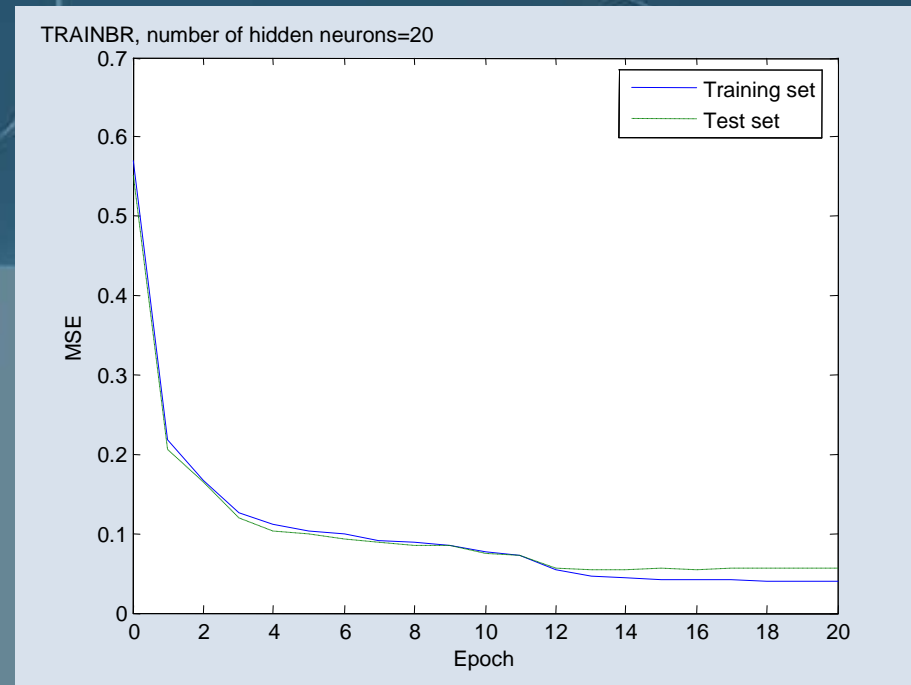
MODELE DE RESEAU DE NEURONES(3)

Modèle RN 1(suite)

- Pourquoi le fonction de training: TRAINBR (Bayesian régulation)?



TRAINLM



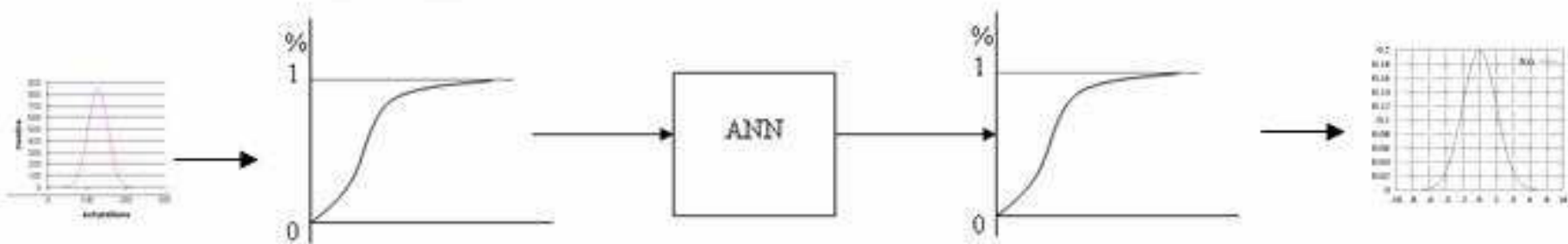
TRAINBR



MODELE DE RESEAU DE NEURONES(4)

Modèle RN 2

- **Modèle 2**
 - Variables d'entrées: pourcentage de distribution cumulé de CLD par FBRM
 - Variables de sorties: pourcentage de distribution cumulé de PSD par AI
 - Structure of model: 3 couches FF réseau de neurones.
 - Fonction de training: TRAINBR (Bayesian régulation)





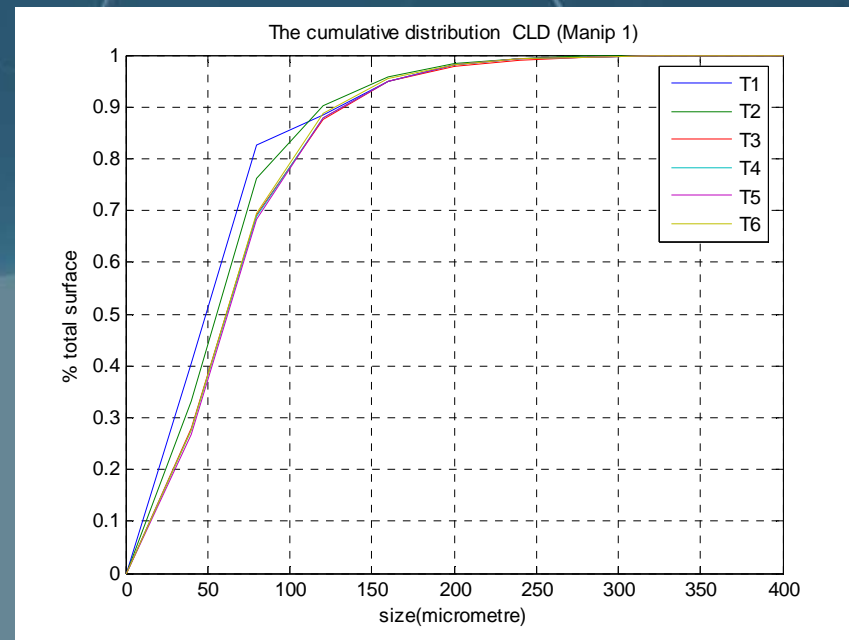
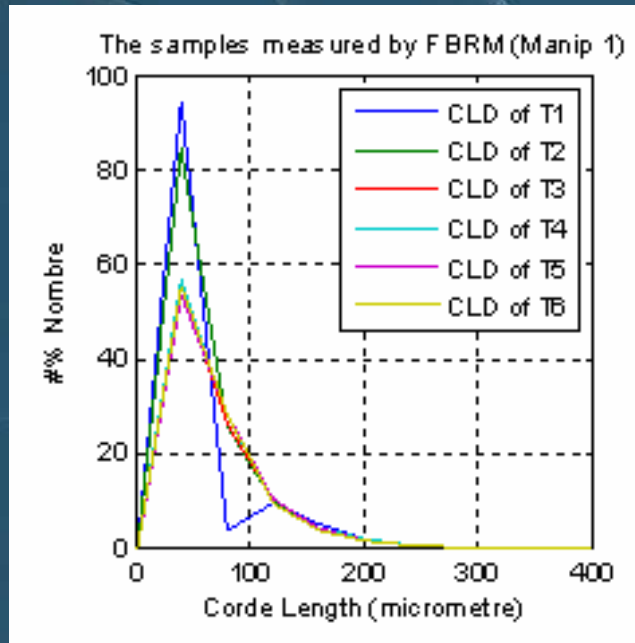
MODELE DE RESEAU DE NEURONES(4)

Modèle RN 2(suite)

- Distribution cumulé en pourcentage:
D'après le théorème statistique :

$$F(x) = P(X \leq x),$$

$$0 \leq F(x) \leq 1, \quad x_{\min} \leq x \leq x_{\max}$$

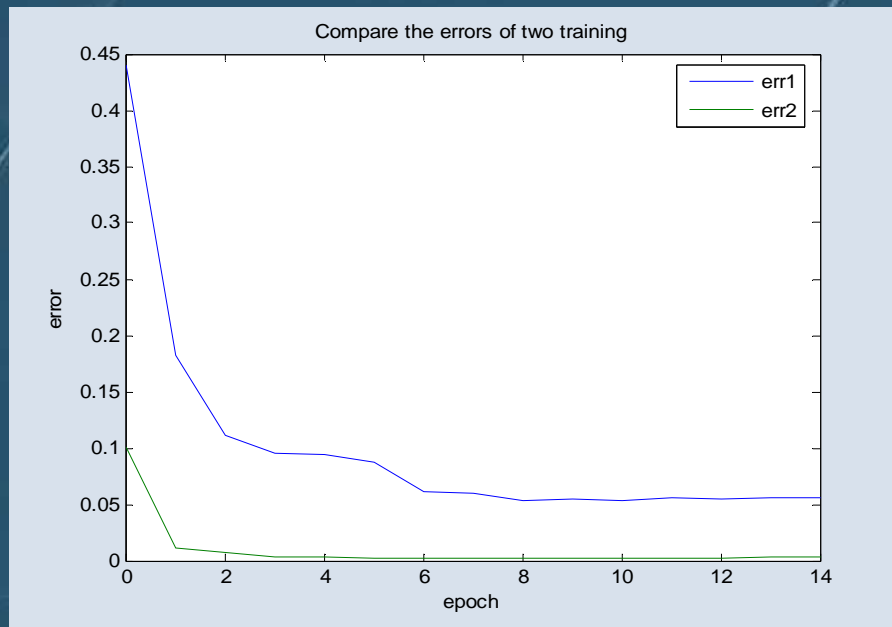


Distribution cumulé



RÉSULTAT(1)

- Comparer les erreurs de deux RN modèles:



Error de training du Model 1	0.0135
-------------------------------------	--------

Error de training du Model 2	0.0023
-------------------------------------	--------

*Avec data normalisé unité

Error de simulation of Model 1	0.1926
---------------------------------------	--------

Error de simulation of Model 2	0.2803
---------------------------------------	--------

*Avec data non normalisé, unité: %



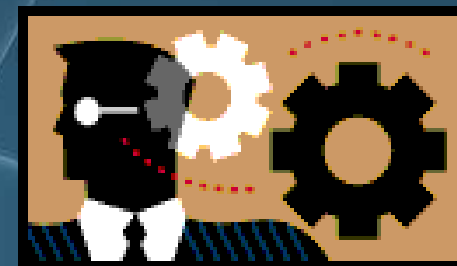
RÉSULTAT(2)

- Pourquoi ?

Le plus petit erreur
d'entraîne



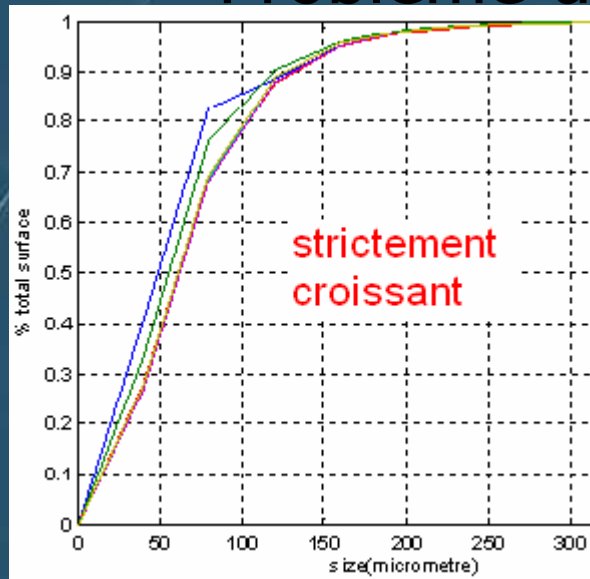
Le plus grand erreur
de simulation



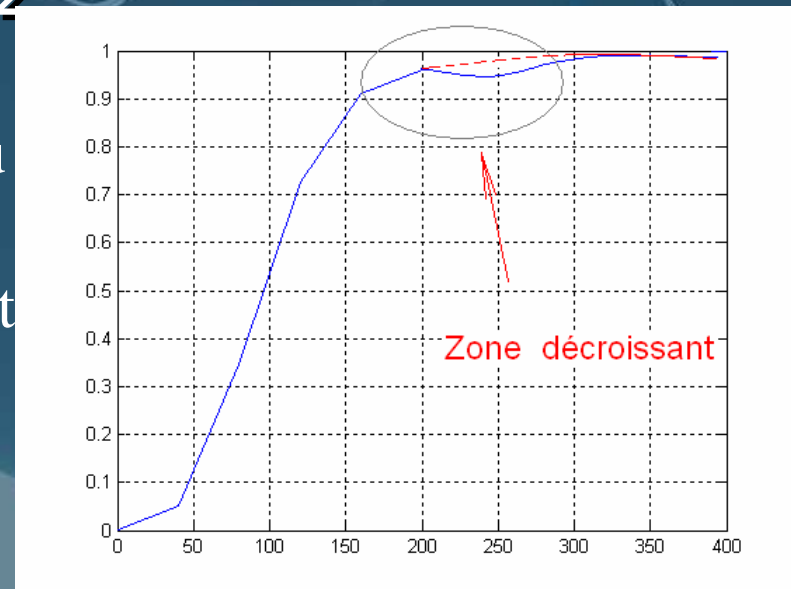


RÉSULTAT(3)

● Problème de Modèle RN 2



Les courbes de distribution cumulé doivent strictement croissant.



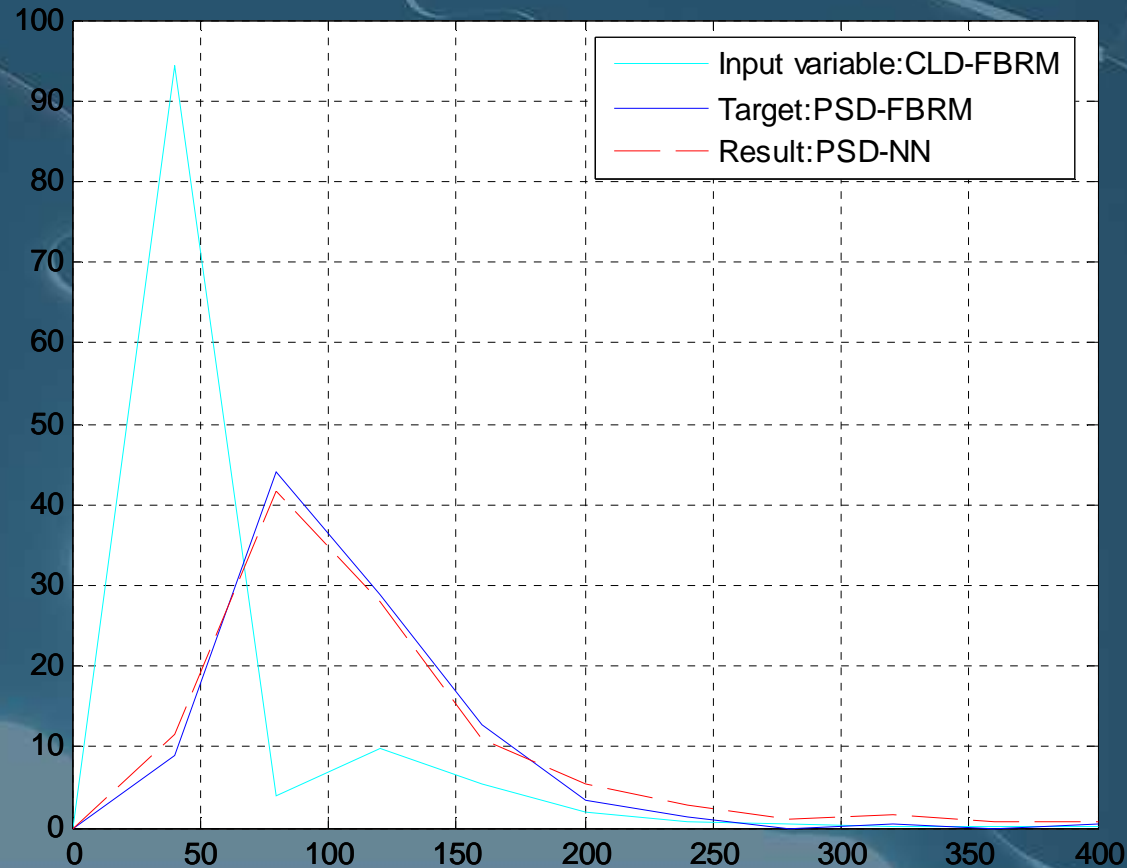
Les zones décroissants en sorties du RN.

- Essayer de faire plusieurs fois d'entraîner, prendre le résultat calculé par RN qui a moins de courbes avec zone décroissant
- Corrige le courbe afin d'éviter le zone décroissant.



RÉSULTAT(4)

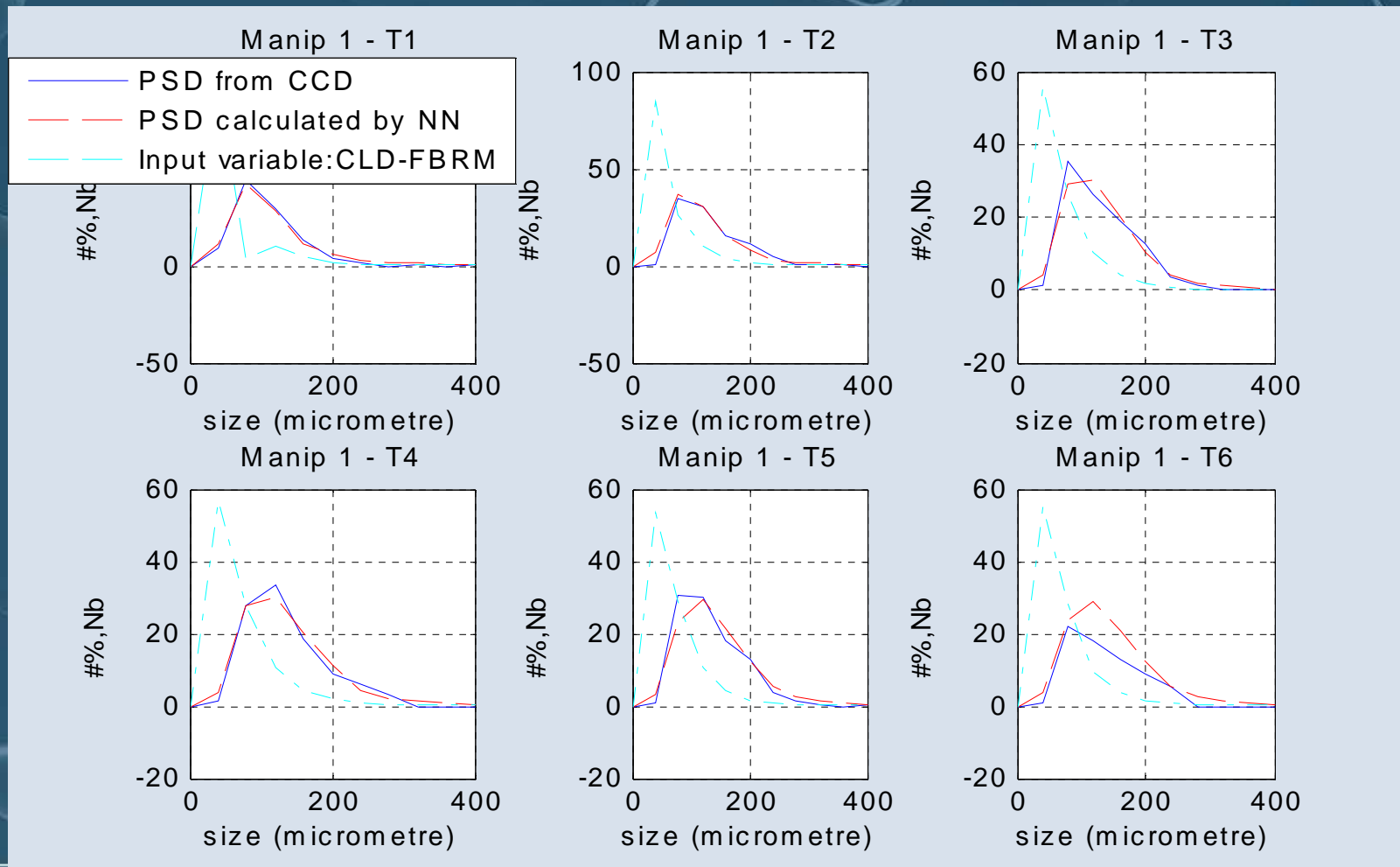
- Estimer PSD en ligne du manipulation 1 à l'instant T1





RÉSULTAT(5)

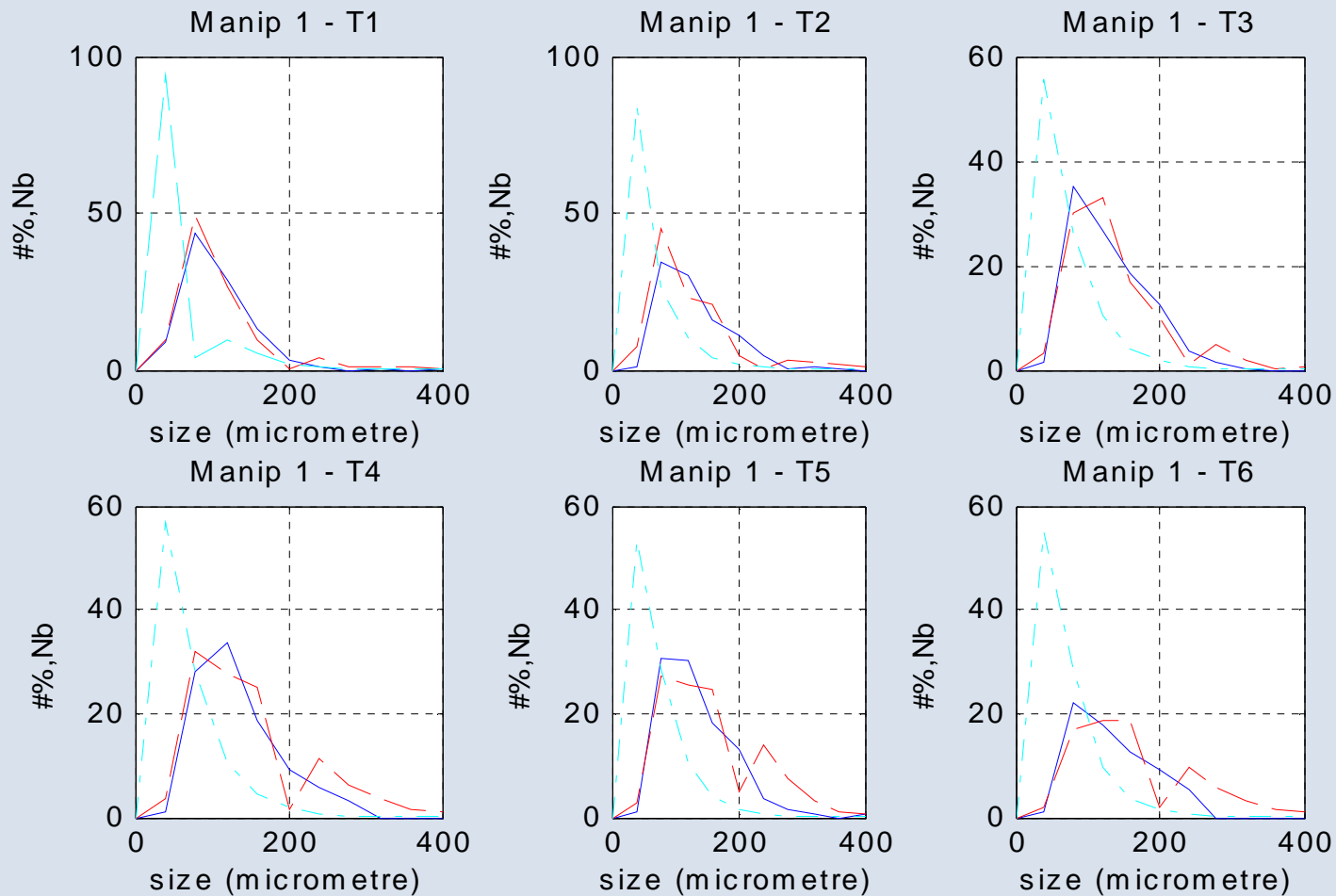
- Simuler le RN Modèle 1





RÉSULTAT(6)

- Simuler le RN Modèle 2





CONCLUSION(1)

- Faisabilité de appliquer réseau neural pour en-ligne et en-situ estimer le taille cristallisé.
- Possibilité d'appliquer outil de control dans le procédé industriel basé sur CSD
- Possibilité de rechercher des problème particulier en équipement industriel.
- Calibration adéquate de modèle RN constitue un outil valable en dessin du procédé.



CONCLUSION(2)

- Travail en future
 - Améliorer le data échantillonné pour profiter de créer meilleur modèle RN.
 - Résoudre le problème du modèle 2: training avec contraintes.
 - En utilisant PCA (En anglais, principe component analysis) pour réduire le dimension du modèle.



FIN
Merci!