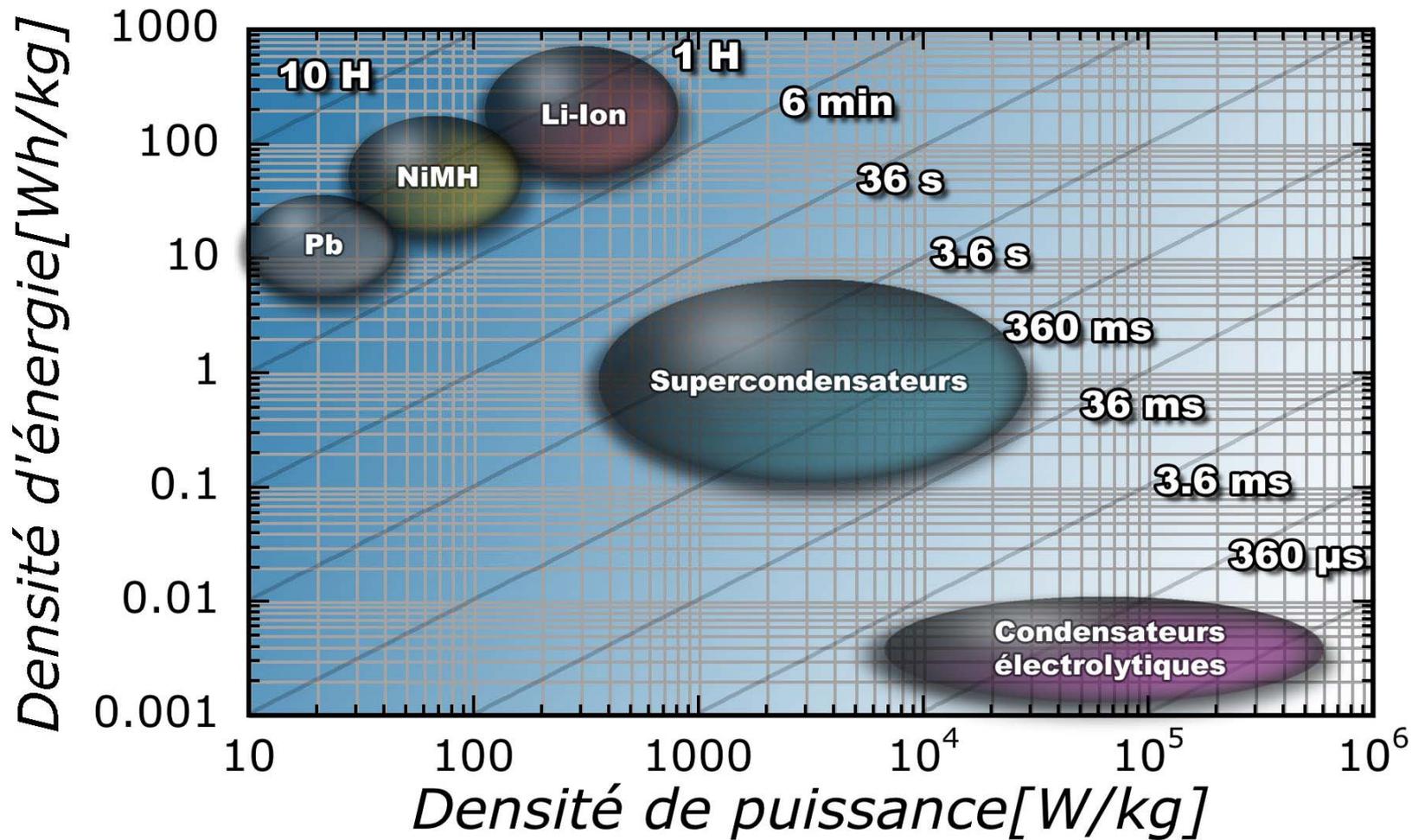


PON:

# Pseudocondensateurs à base d'oxyde de nickel

Montserrat Casas-Cabanas – CRISMAT

Pierre-Louis Taberna – CIRIMAT



**Supercondensateurs : Puissance et énergie intermédiaires**  
**RC ≈ 1s**

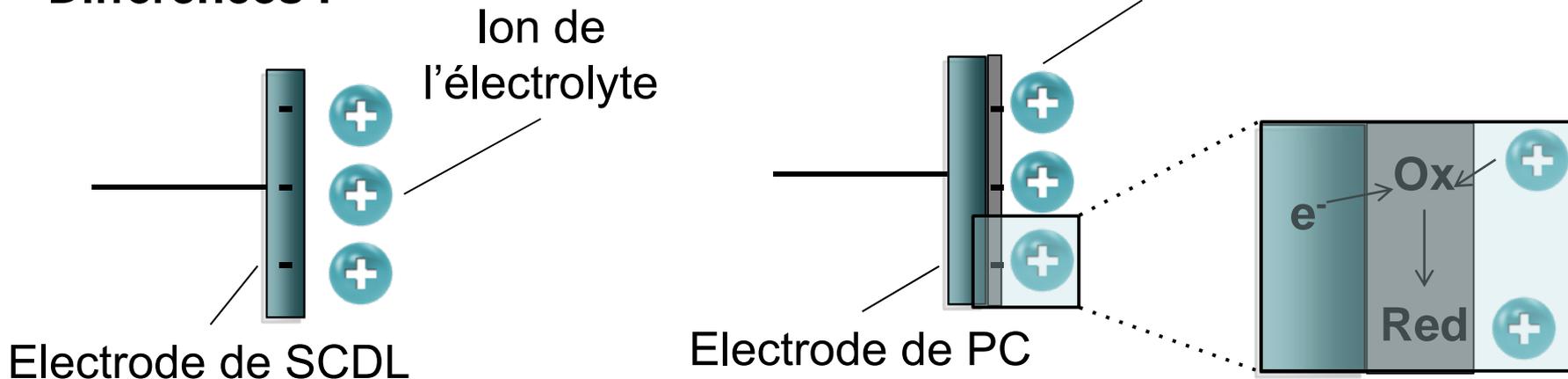
## 2 grands types de SuperCondensateurs :

- ◆ SC à Double-Couche → énergie coulombienne : 20 – 200 F/g
- ◆ PseudoCondensateurs → énergie chimique : 100 - 1000 F/g

### Point commun :

Accumulation de charges à la surface

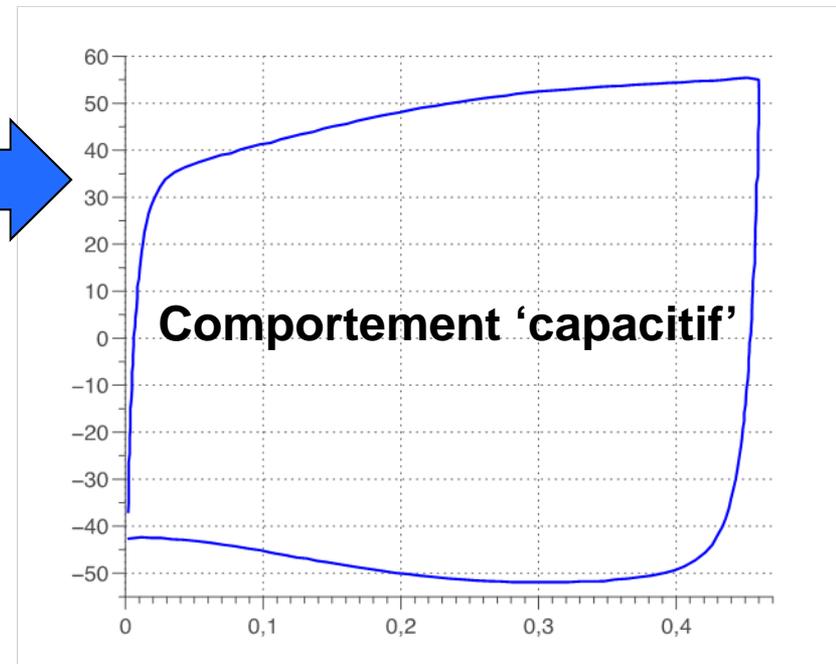
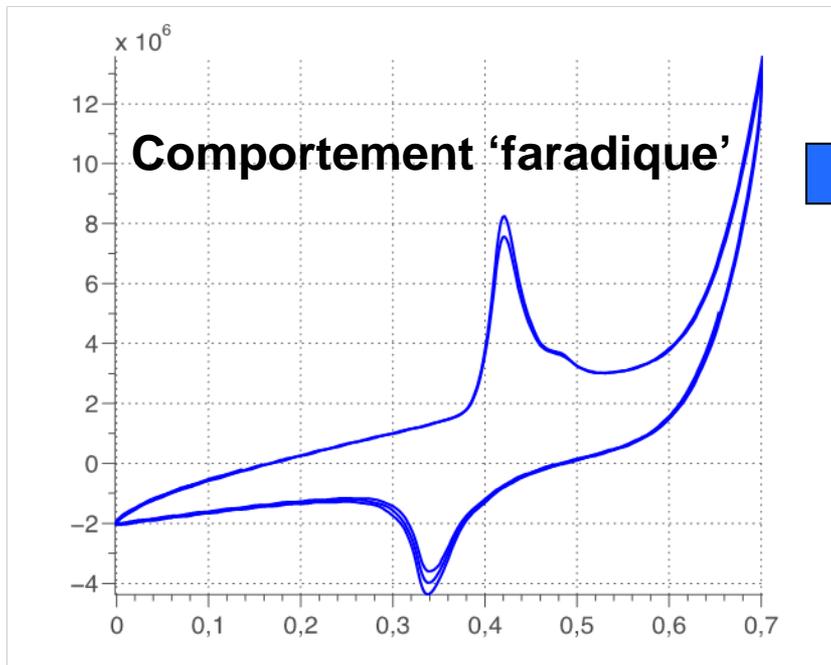
### Différences :



**Oxydes de métaux** / Polymères conducteurs

## Choix du matériau : NiO

- Faible coût – électrode positive de NiMH
- Moindre complexité structurale par rapport à  $\text{MnO}_2$
- Préparation facile (déshydratation de  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ )



**Quelle est l'influence de la taille particules, microstructure, porosité sur propriétés électroX ?**

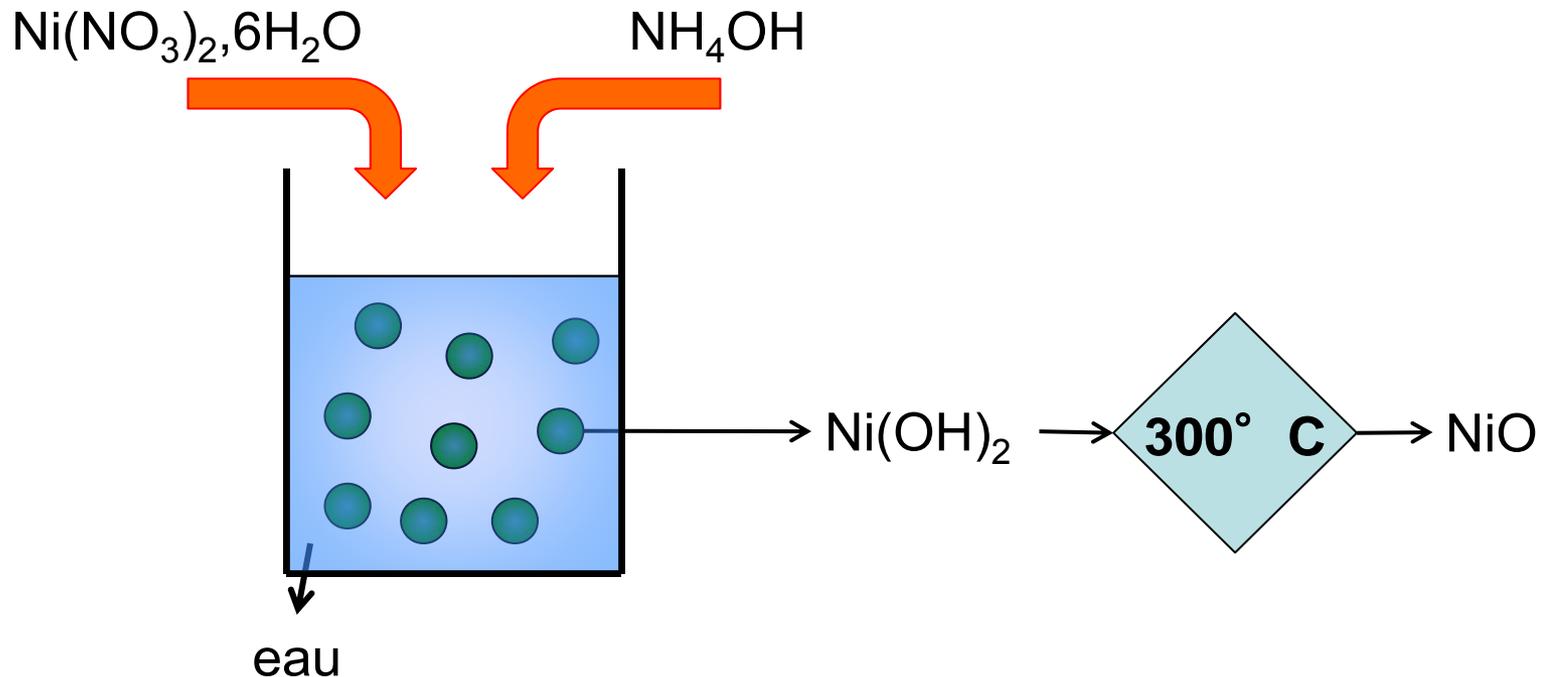
## Objectif :

- Augmenter le caractère 'supercapacitif'

## Comment ?

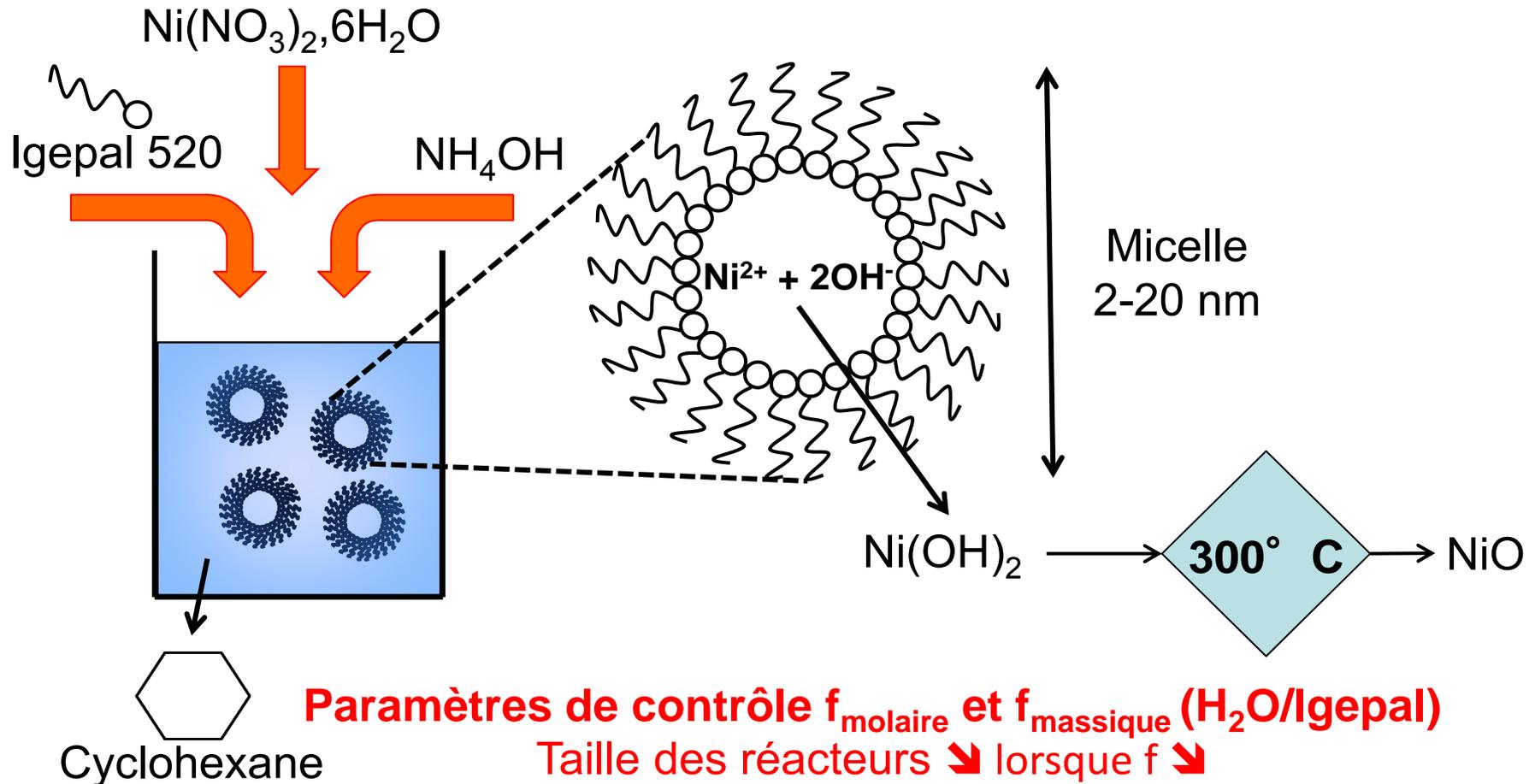
- Diminuer la taille des particules et augmenter  $m^2/g$

## 1. Précipitation directe



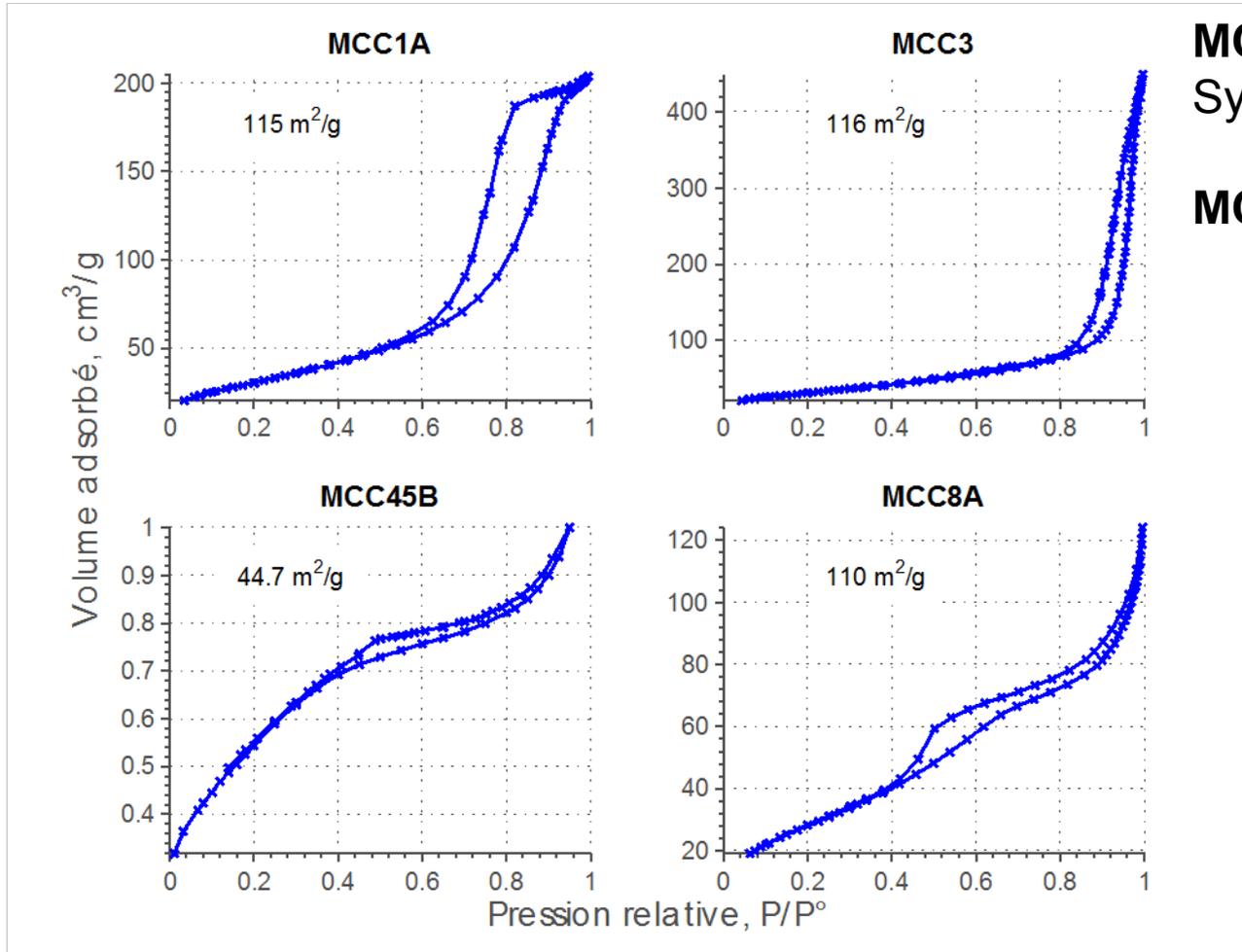
## 2. Précipitation dans des microémulsions inverses

- Micelles → nano-réacteurs
- Contrôle taille des particules



Gaz d'analyse : N<sub>2</sub>

Température d'analyse : 77 K



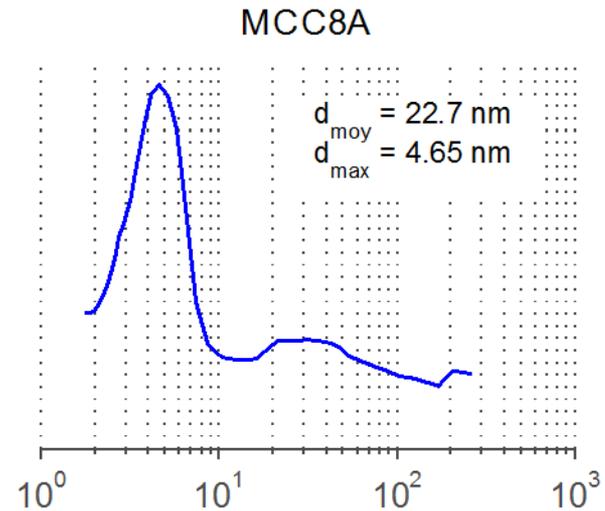
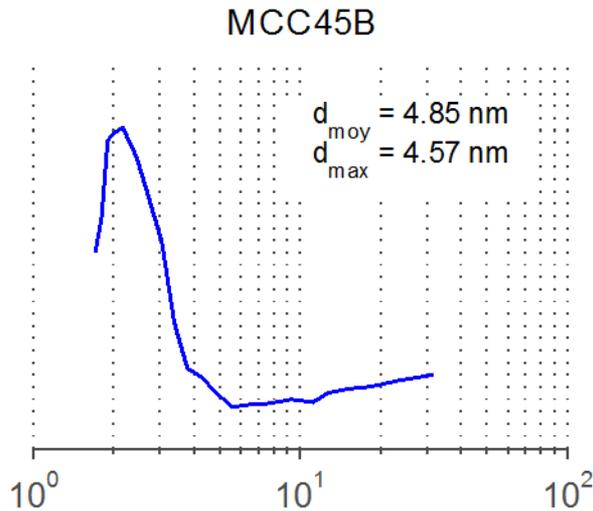
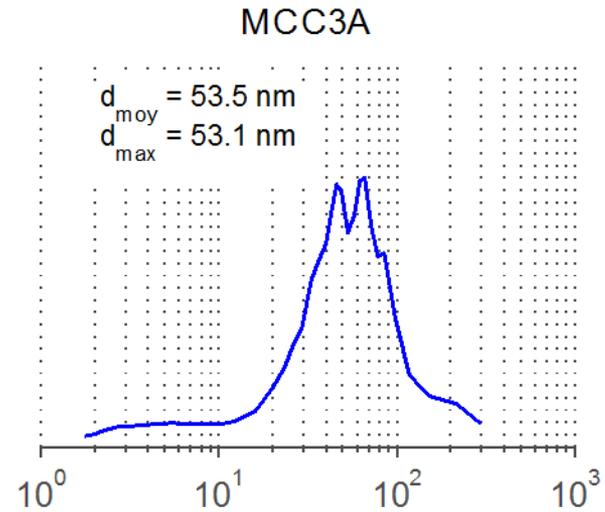
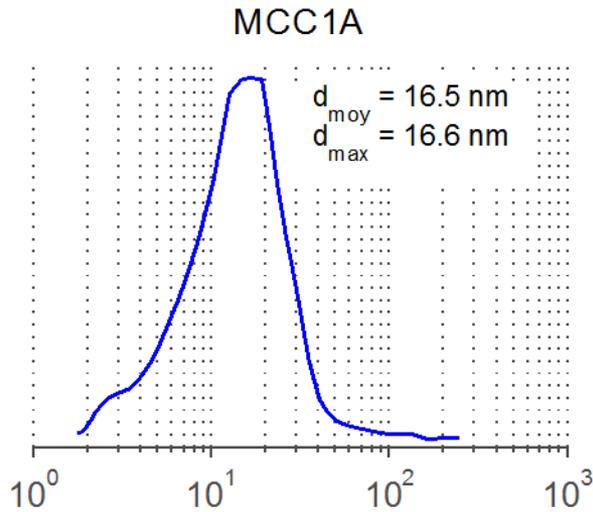
**MCC1A, MCC3A, MCC8A** :  
Synthèse par  $\mu$ -émulsion

**MCC45B** : précipitation

**Quelque soit le mode de synthèse : présence de mésoporosité**

	Surface spécifique, m <sup>2</sup> /g (BET)	Diamètre géométrique équivalent, nm	Longueur moyenne des domaines cohérents, nm (Scherrer)	f <sub>molaire</sub>	f <sub>massique</sub>
MCC1A	114	39.2	5.00	0.83	0.97
MCC3A	116	38.5	4.30	0.83	0.92
MCC8A	110	40.6	3.33	0.75	0.95
MCC45B	44.7	100	10.35		

**Taille des particules diminue avec f**

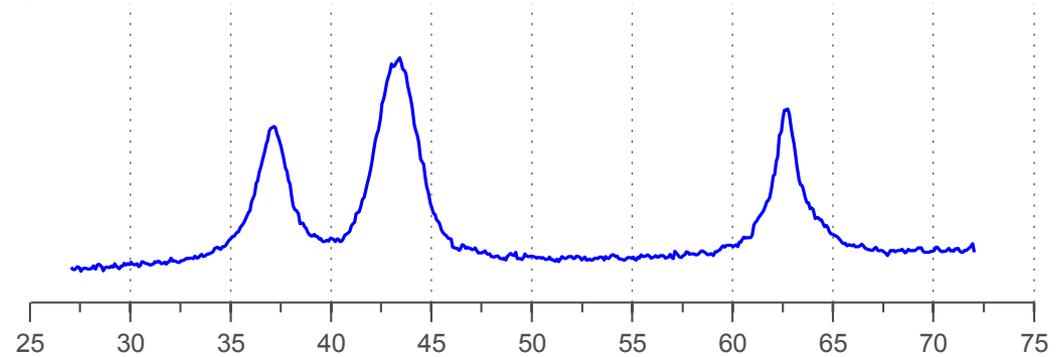


Diamètre de pore, nm

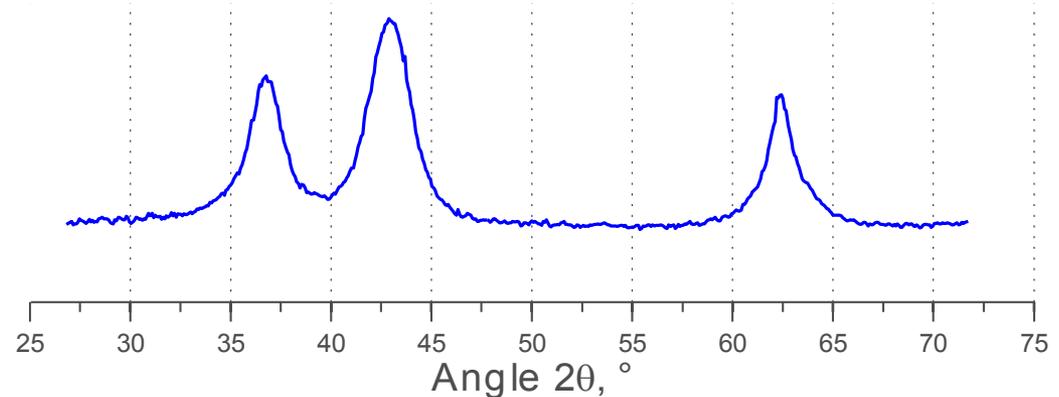
**Synthèse  $\mu$ -émulsion : grande mésoporosité**

**Vieillessement dans  
l'électrolyte d'étude :**  
KOH 5M – 1 mois

NiO – avant 'vieillessement'

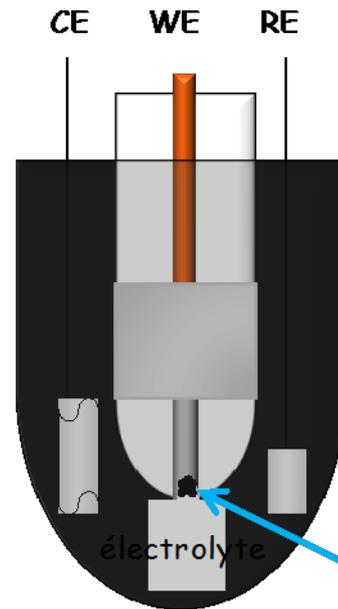


NiO – après 'vieillessement'



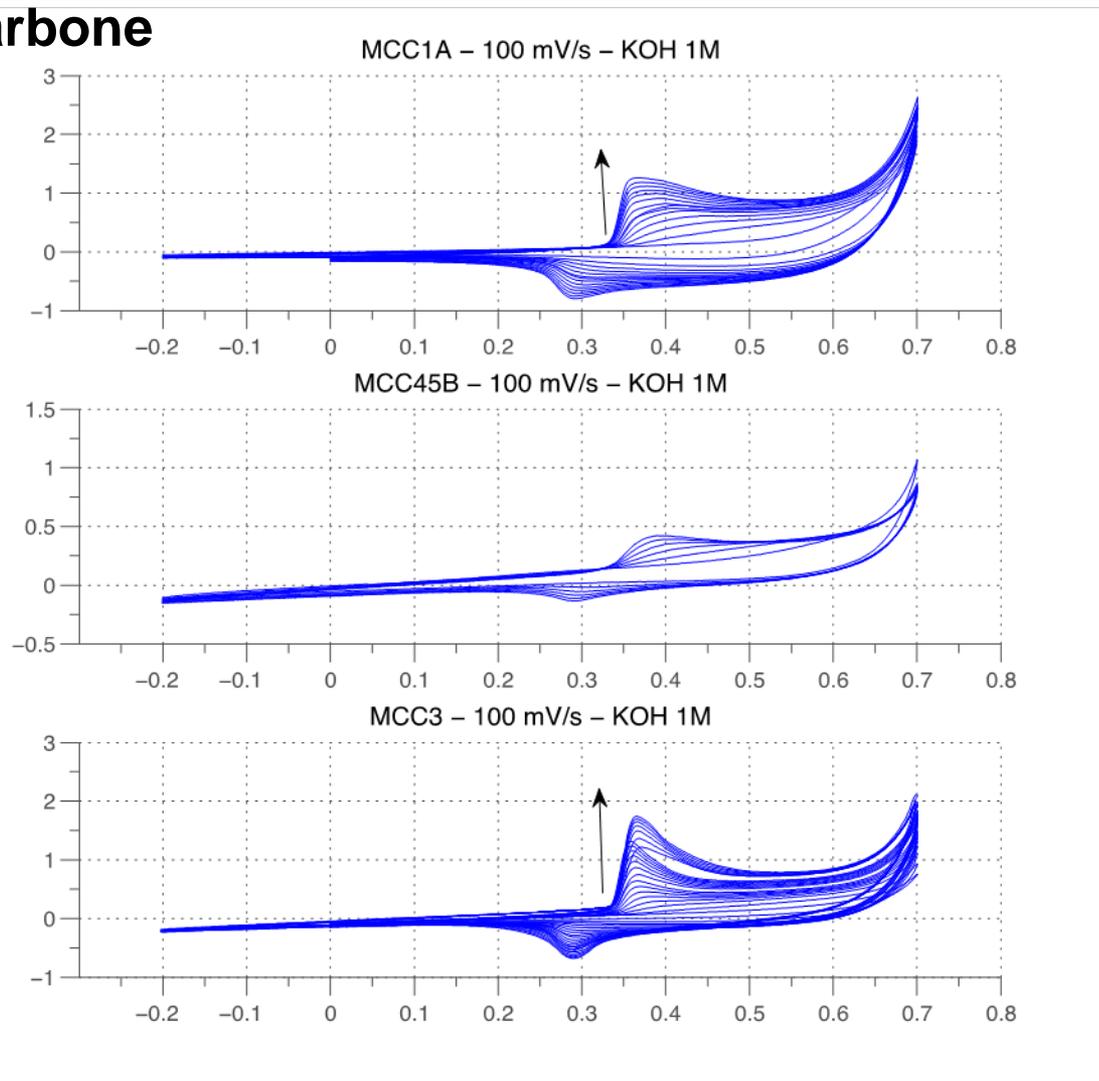
**Pas de vieillissement observable : stable dans l'électrolyte**

## Micro électrode à cavité

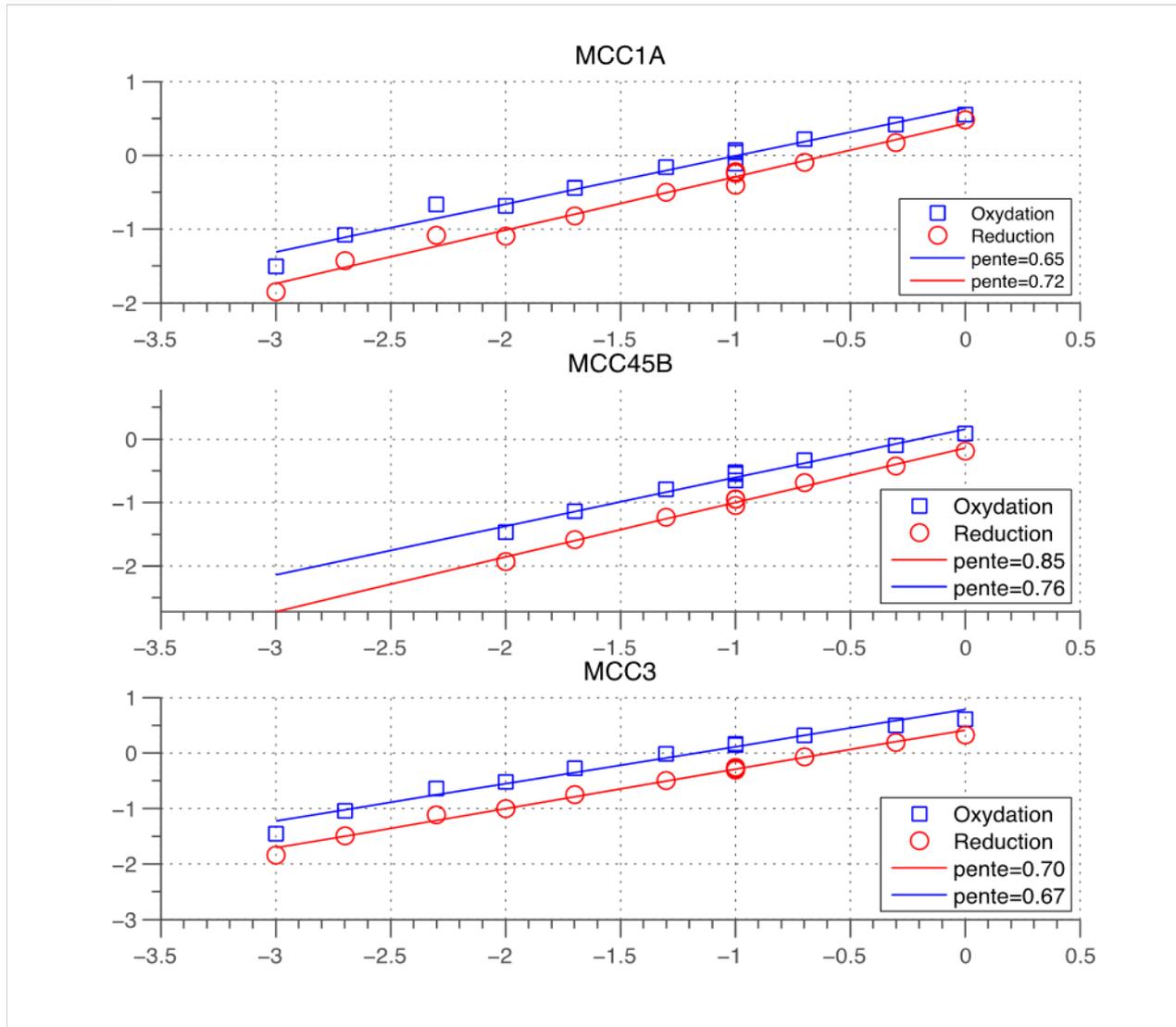


- Matière active insérée dans la cavité par tassage
  - $V_{\text{cavité}} = 10^{-7} \text{ cm}^3$
  - Très peu de matière utilisée  
→ Peu de chute ohmique  
→ ↑ Vitesse de balayage
- poudre de matière active

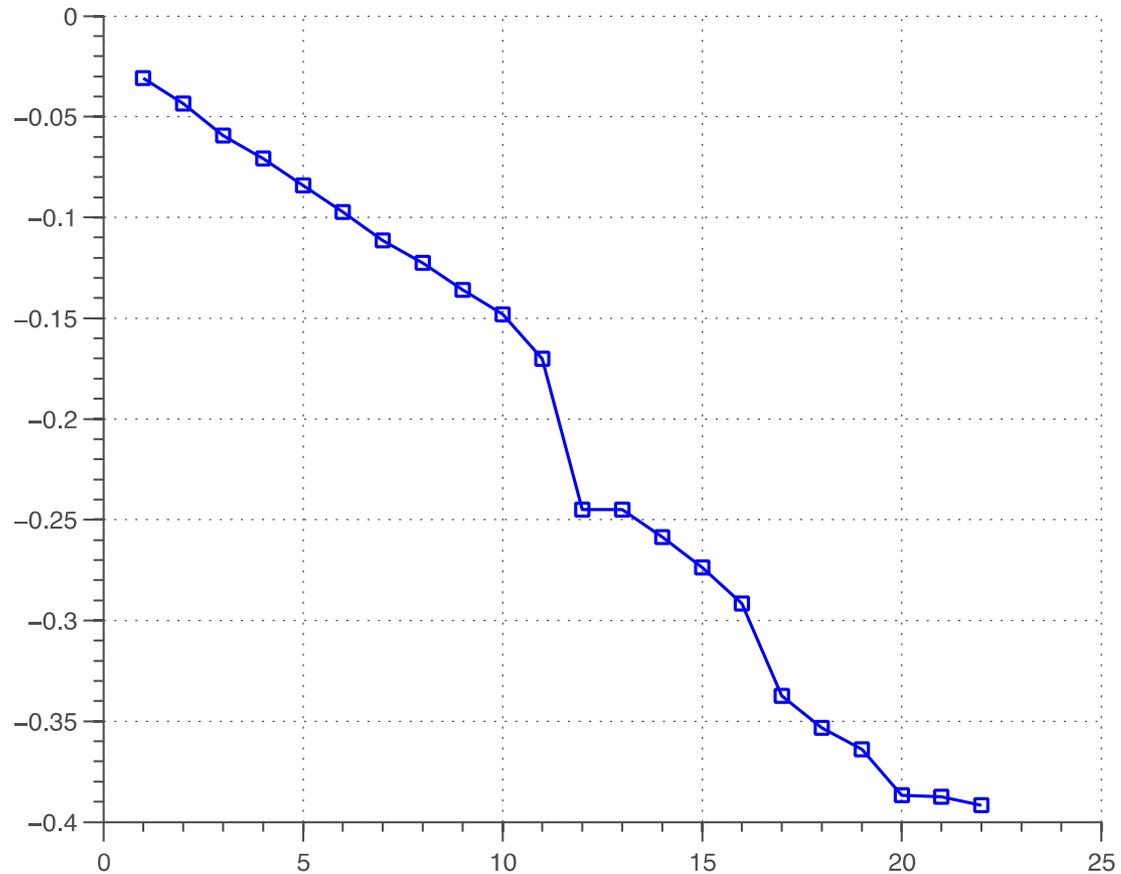
NC : noir de carbone



**Comportements similaires – MCC45B moins de S accessible eX  
Traînée' capacitive**

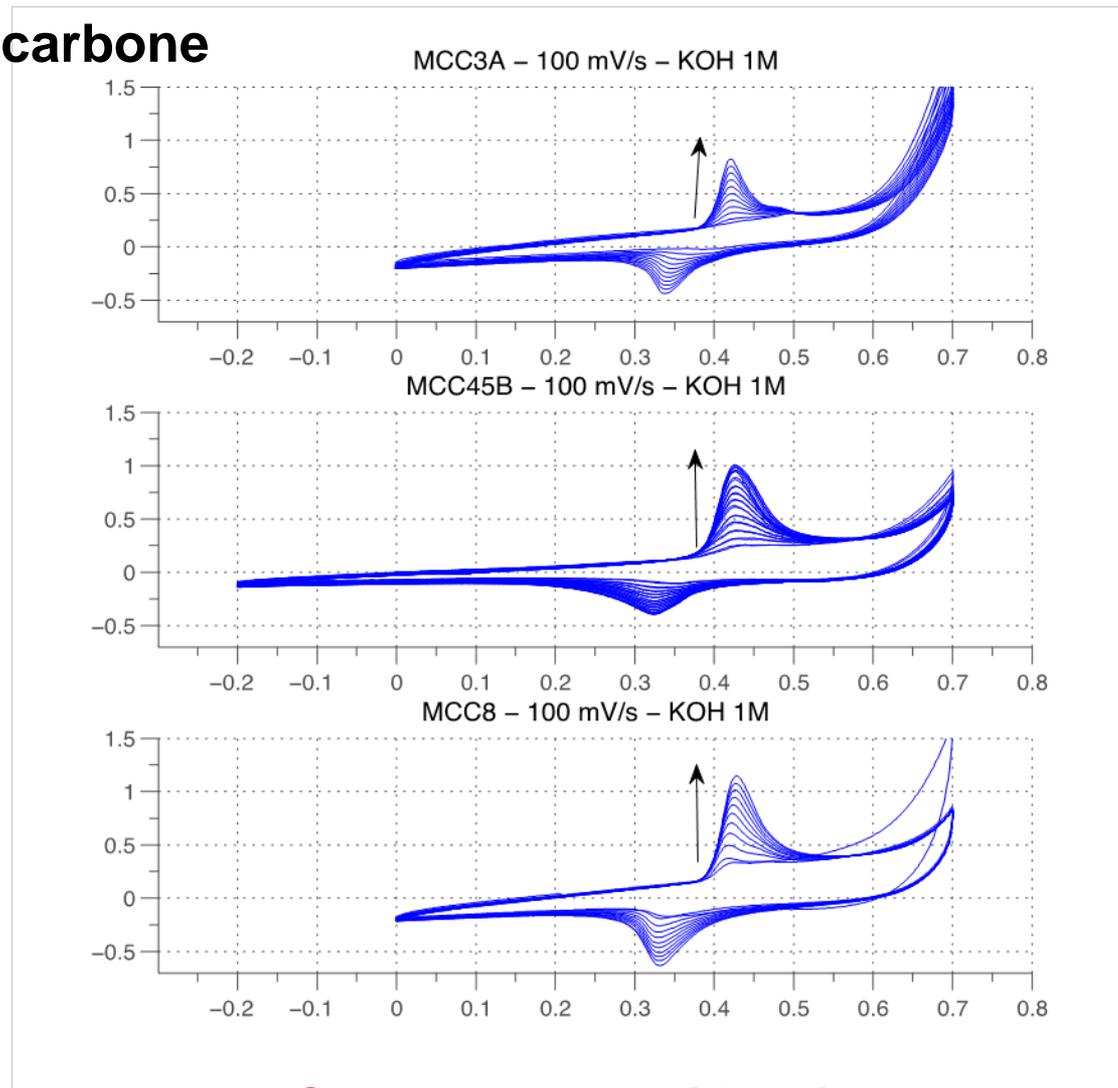


**Cinétiques de transport de masse à la réduction plus rapide  
MCC45B, seulement surface (faible  $S_{eX}$  accessible)**



**Période d'induction – mouillabilité électrolyte**

NC : noir de carbone



**Comportement identique**

Plus de 'traînée' capacitive :  $\text{Ni(OH)}_2 \leftrightarrow \text{NiOOH}$

## μ-émulsion :

- Augmentation de la surface spécifique
- Création d'une grande mésoporosité
- 'Hydratation' électrochimique :  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  /  $\text{NiOOH}$

## Perspectives :

- Etude thermique complémentaire pour stabiliser les phases
- Autre voie de synthèse :  
précipitation en présence tensio-actif (mésophases structurantes)

