

Synthèse et formulation d'encre conductrices à base de polyaniline pour dépôt par impression jet d'encre



Maxime Le Bail^{1,2}, Thomas Olinga¹, Laurence Vignau²
¹Rescoll 8, allée Geoffroy Saint Hilaire, 33615 Pessac
²Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système 16, avenue Pey Berland, 33607 Pessac Cedex
 Contact : maxime.lebail@rescoll.fr laurence.vignau@ims-bordeaux.fr

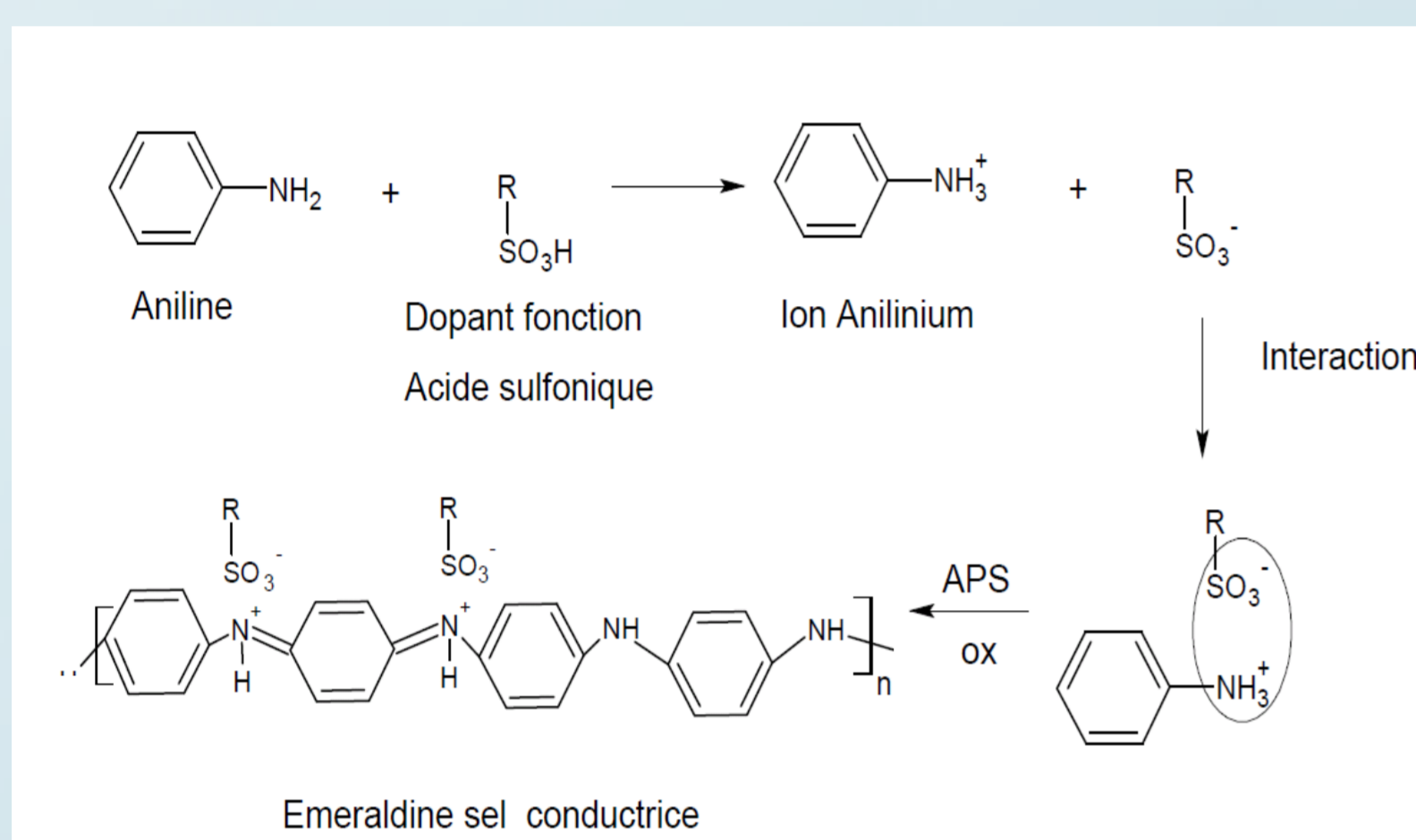
Introduction

Depuis une dizaine d'années, l'impression jet d'encre est utilisée dans le domaine des polymères conducteurs. Elle permet le dépôt de gouttelettes avec précision, rapidité et sans pertes de matière, tout en laissant une grande liberté dans le choix du motif à imprimer et du substrat. Cependant les encres conductrices à base de polymère présentent un caractère non newtonien et les particules ne sont pas solubles dans l'eau mais dispersées. La polyaniline est un matériau de choix en raison de sa stabilité, sa facilité de synthèse et de son caractère conducteur intrinsèque.

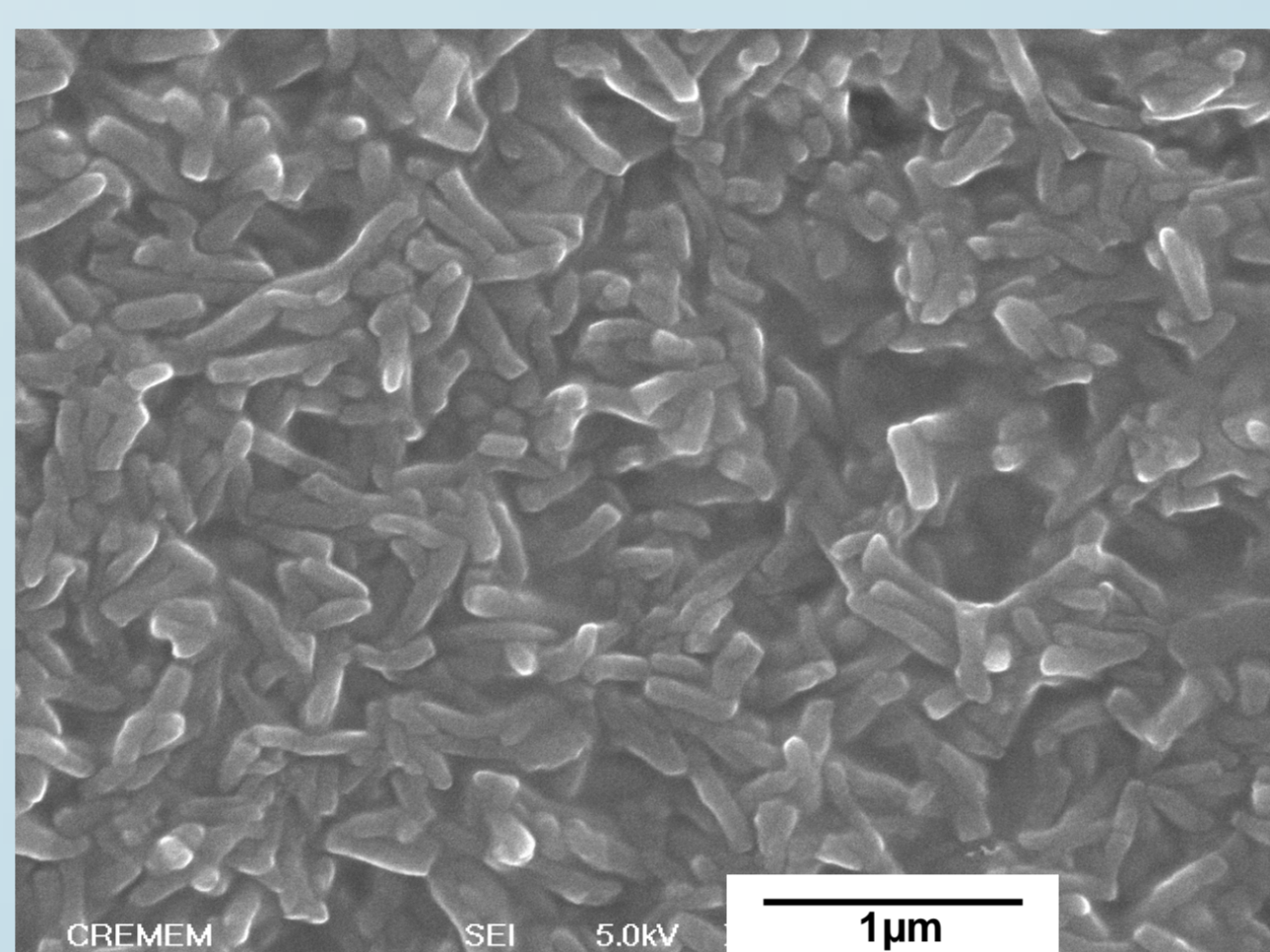
L'objectif est de parvenir à synthétiser et formuler une encre conductrice à partir de nanoparticules de polyaniline dans l'eau, déposable par jet d'encre afin de réaliser des composants électroniques de type capteurs chimiques ou transistors.

Matériaux utilisés

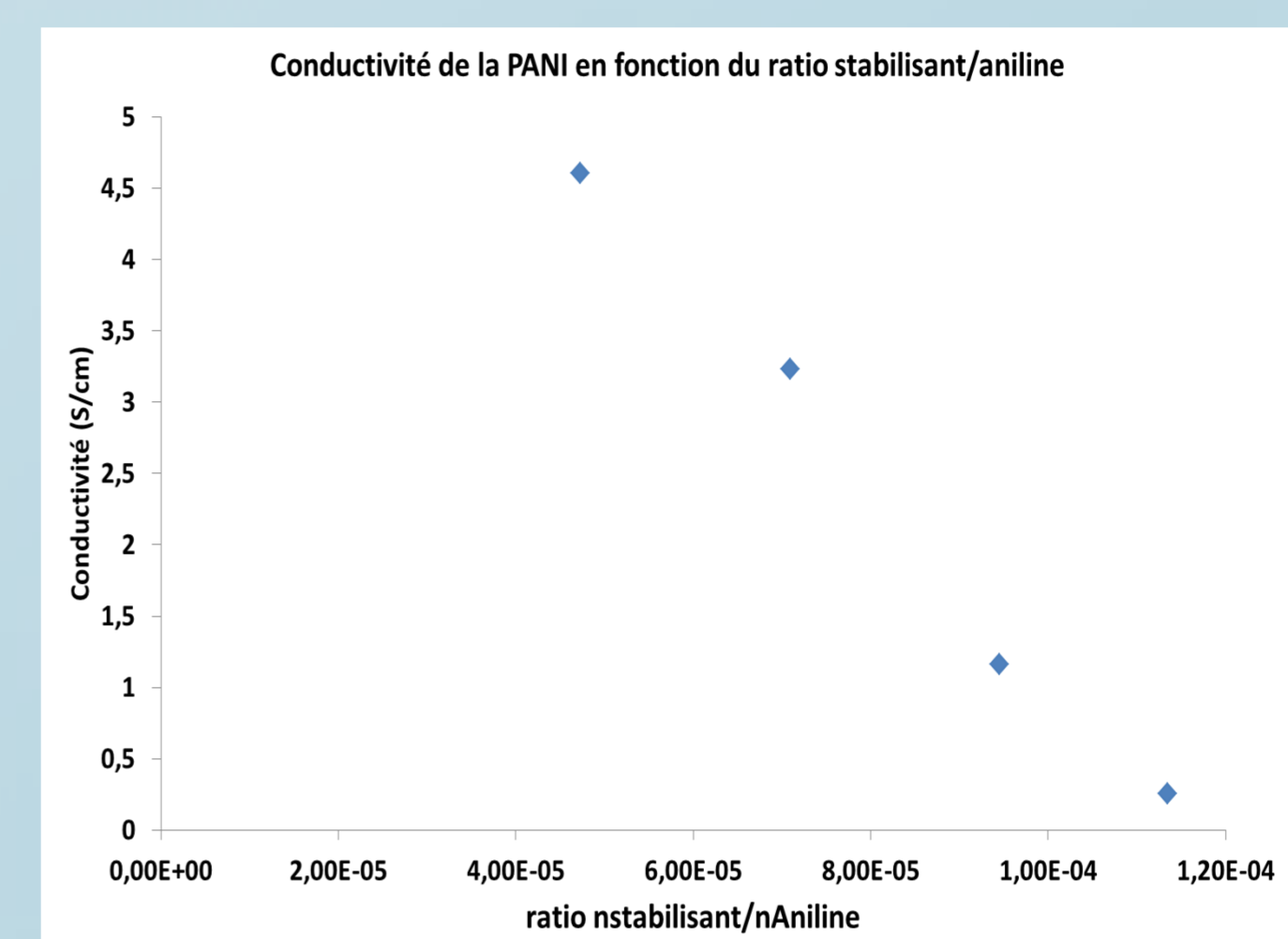
Synthèse de la Polyaniline



Morphologie des nanoparticules



Propriétés électriques



- La polyaniline est rendue conductrice par **dopage de type P réversible**.
- Le dopant confère également des propriétés mécaniques au film formé et favorise la dispersion des particules. (Technologie protégée par brevets français et internationaux)

- Bâtonnets de longueur 200-300nm
- La qualité de la dispersion permet d'éviter la présence d'agrégats et facilite la mise en solution.
- Permet d'obtenir des films ayant une surface spécifique élémentaire importante.

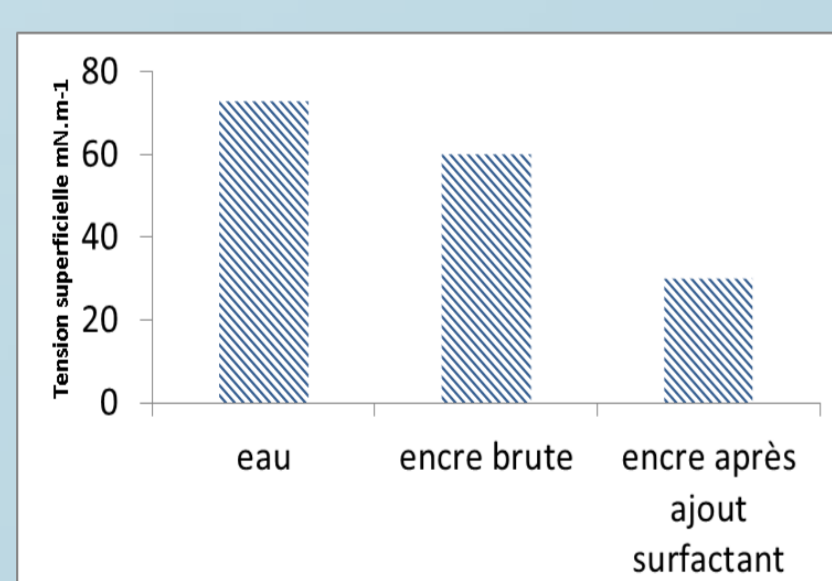
- Stabilisation des encres (ajout d'une molécule spécifique).
- Compromis entre conductivité et stabilité de l'encre
- L'ajout de cette molécule évite la sédimentation des nanoparticules en solution mais impacte la conductivité électrique de l'encre.

Avantages

- ✓ Stabilité du polymère
- ✓ Facilité de mise en œuvre
- ✓ Faible coût de production
- ✓ Propriétés électriques modulables en fonction du taux de dopage et du pH

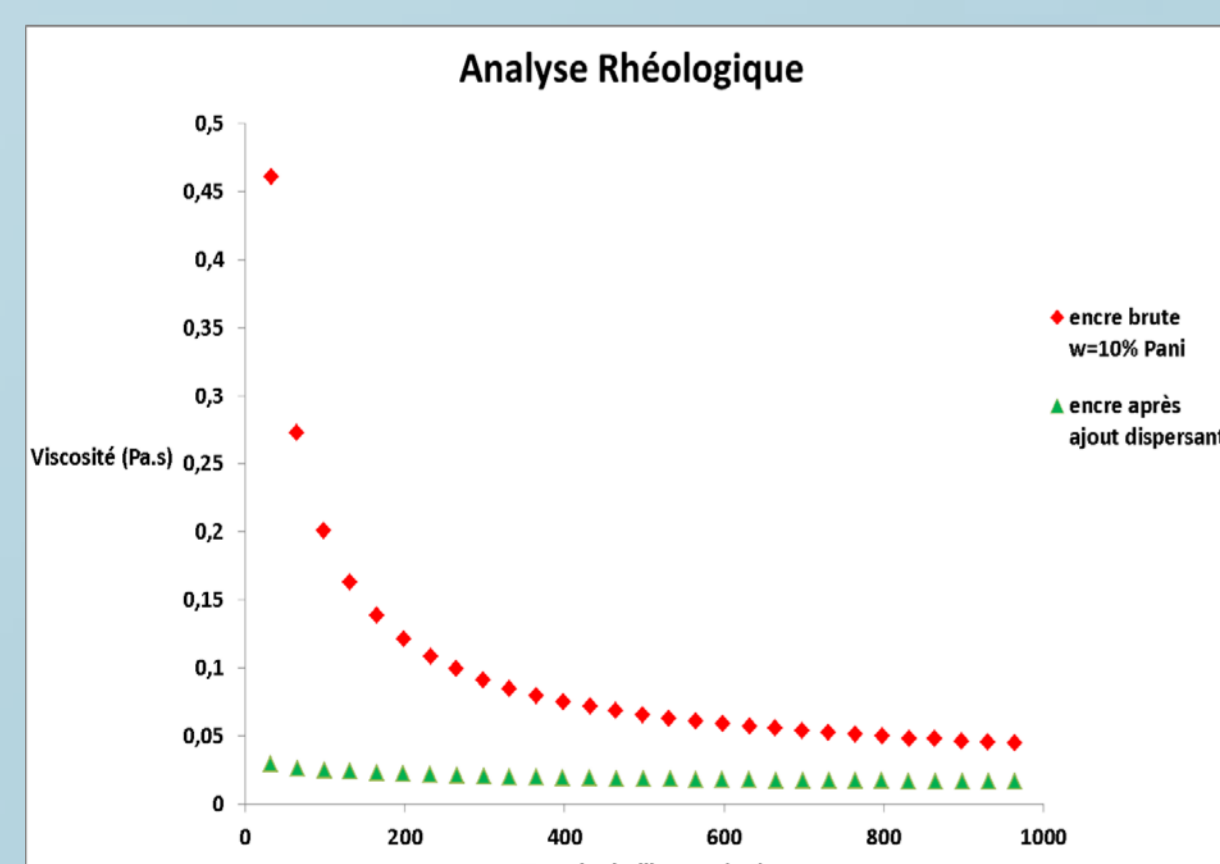
Propriétés physiques des encres

Tension superficielle γ



- Abaissement tension superficielle par ajout de surfactants.
- Favorise la formation de gouttelettes et le passage de l'encre à travers la tête d'impression.

Viscosité η



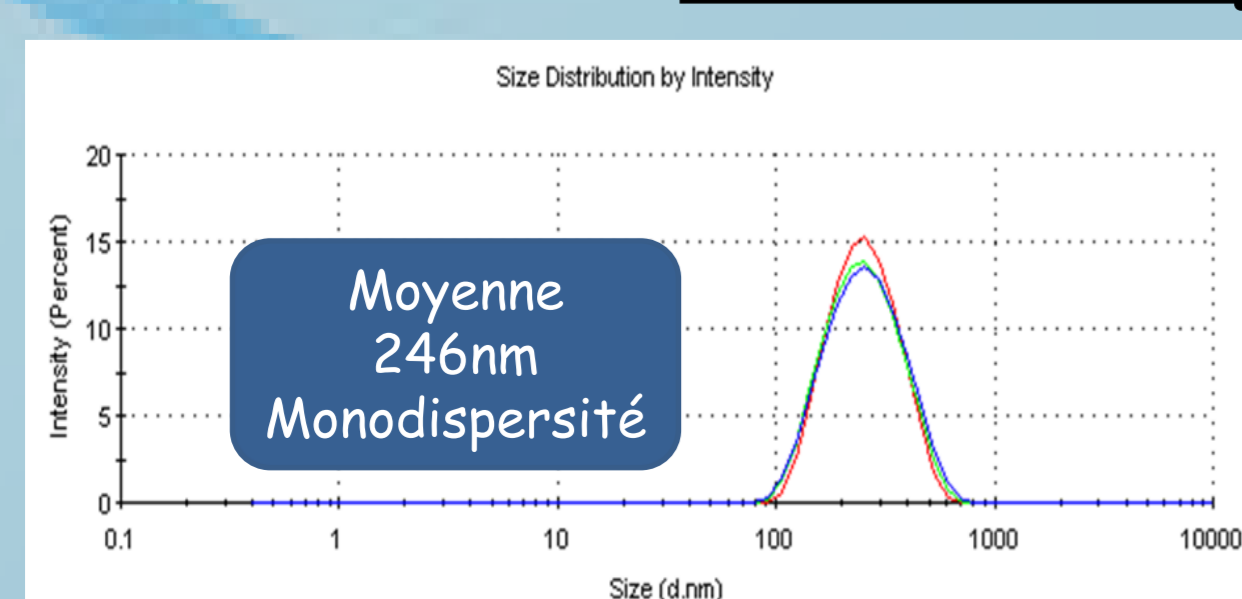
- Lors de l'impression l'encre est soumise à des taux de cisaillement supérieurs à 10⁴s⁻¹.
- Viscosité requise entre 10 et 30mPa.s
- L'ajout de dispersants permet de réduire la viscosité et le caractère rhéofluidifiant de l'encre à concentration égale.

Diamètre des buses d'impression a



- $a = 35\mu\text{m}$ dans notre cas.
- Détermine la taille maximale des particules pouvant être présentes dans l'encre.

Taille des particules



- Doit être $\leq 5\%$ diamètre buse soit 2 μm pour éviter bouchage des buses d'impression.
- Elimination des agrégats par filtration, ultrasons, centrifugation.

Caractère imprimable d'une encre

Calcul de deux nombres sans dimensions à l'aide des grandeurs physiques de l'encre

- Nombre de Reynolds Re
- Nombre de Webber We

$$We = \frac{v^2 \alpha \rho}{\gamma}$$

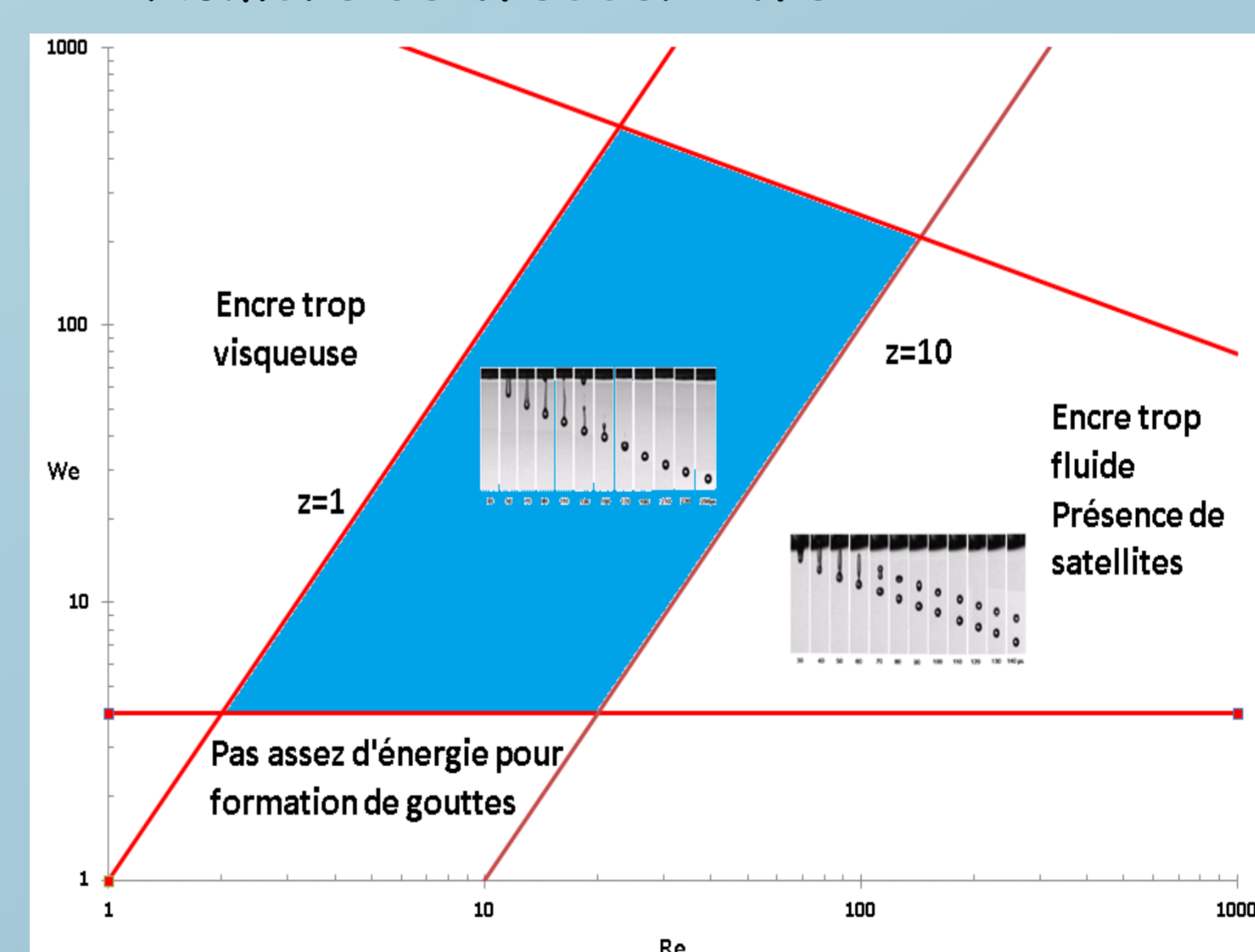
$$Re = \frac{v \alpha \rho}{\eta}$$

ρ : densité de l'encre
 v : vitesse d'éjection des gouttes

- Permet de calculer un 3^{ème} nombre Z

$$Z = \frac{Re}{We^{1/2}} = \frac{(\alpha \rho \gamma)^{1/2}}{\eta}$$

- Une encre est **imprimable** si Z compris en 1 et 10
- Modification des propriétés de l'encre pour pouvoir la déposer par jet d'encre.



Conclusion et perspectives

- Modification des propriétés physico chimique de l'encre pour la rendre imprimable tout en conservant le caractère conducteur.
- Il est important d'éviter que les particules s'agrègent pour empêcher le bouchage des buses d'impression.
- Application visée : Dépôt de l'encre pour électrode transistor à effet de champ, couche sensible pour capteur physico chimique.