Projet personnel de recherche

Analyse et application de l’oxyde de zinc dans les batteries piézoélectriques

Tutrice du projet : Mme Villain Sylvie
Réalisé par : MENAI Sofia – L2 SI

Piézoélectricité

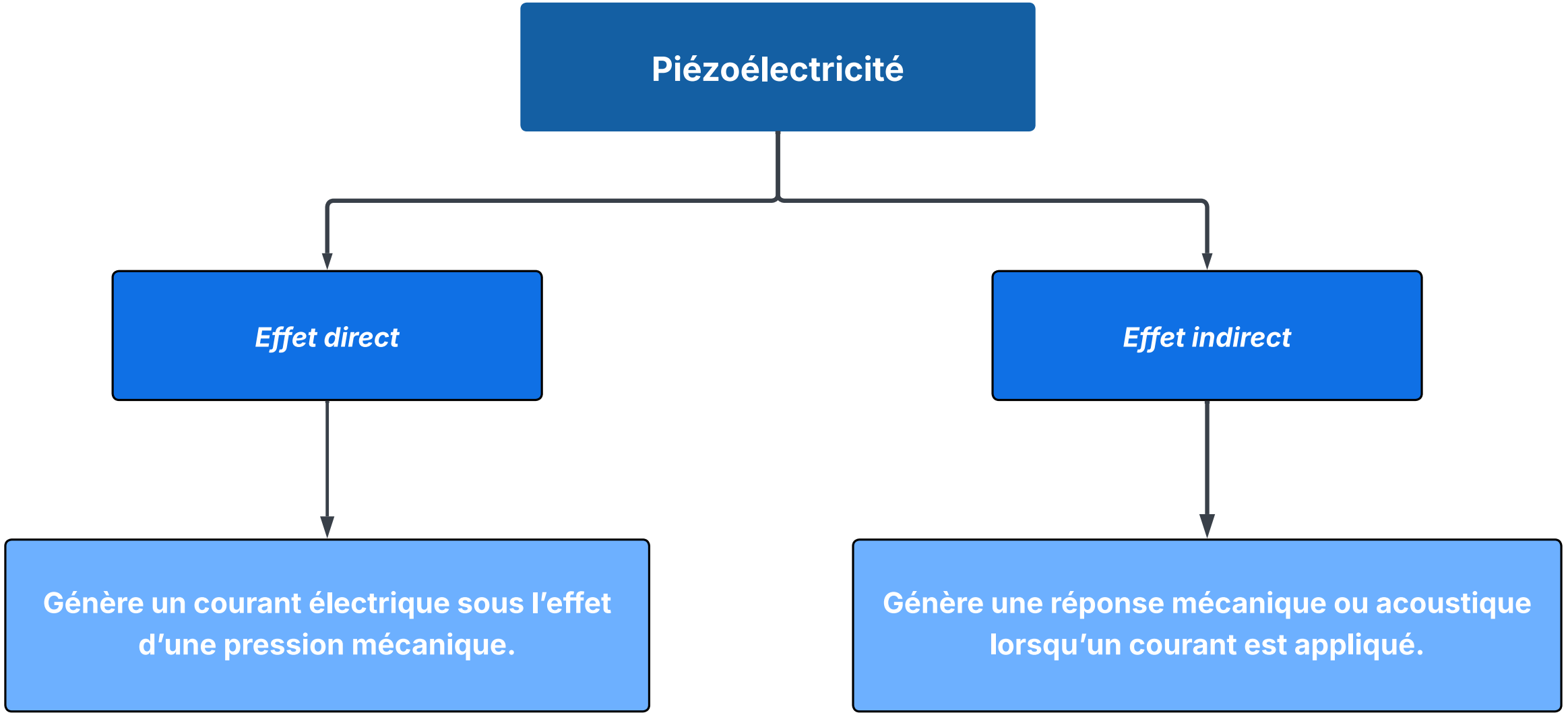


Fig. 1. Effets piézoélectriques.

La question principale

Quel serait l'impact environnemental si des batteries à base d'oxyde de zinc étaient produites en masse et commercialisées à l'avenir ?

Étapes de l’évaluation de l’impact environnemental

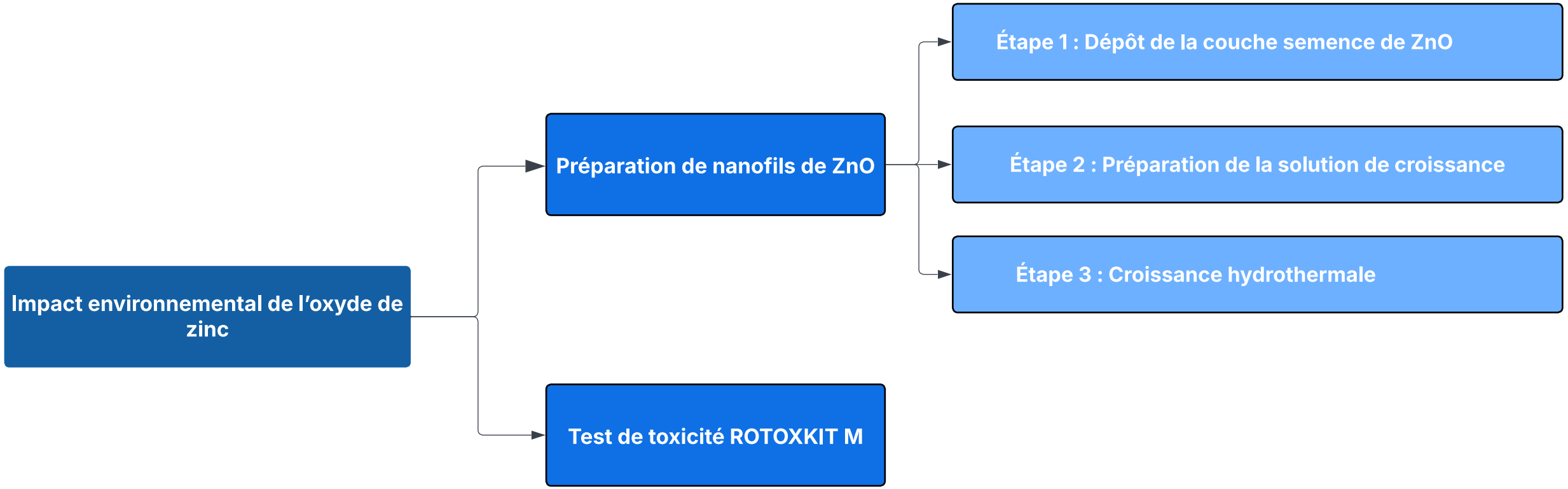


Fig. 2. Étapes de la préparation des nanofils de ZnO et du test de toxicité.

Préparation des nanofils de ZnO

Étape 1 : Dépôt de la couche semence de ZnO

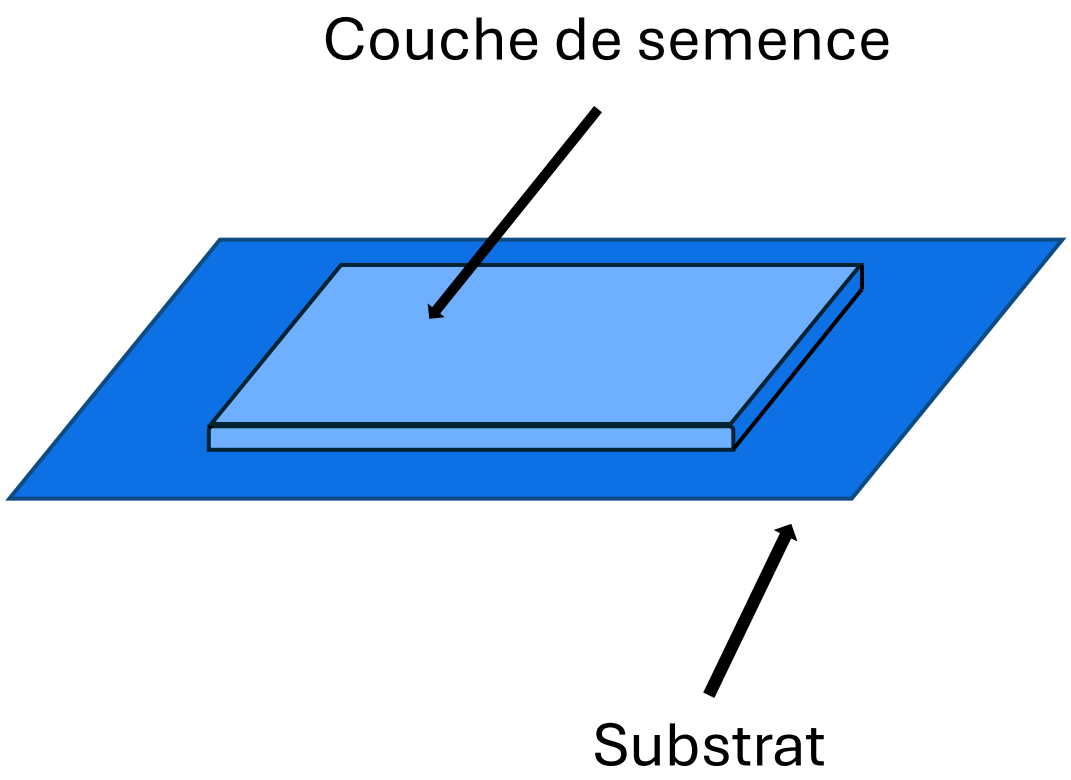


Fig. 3. Schéma simple de la première étape.

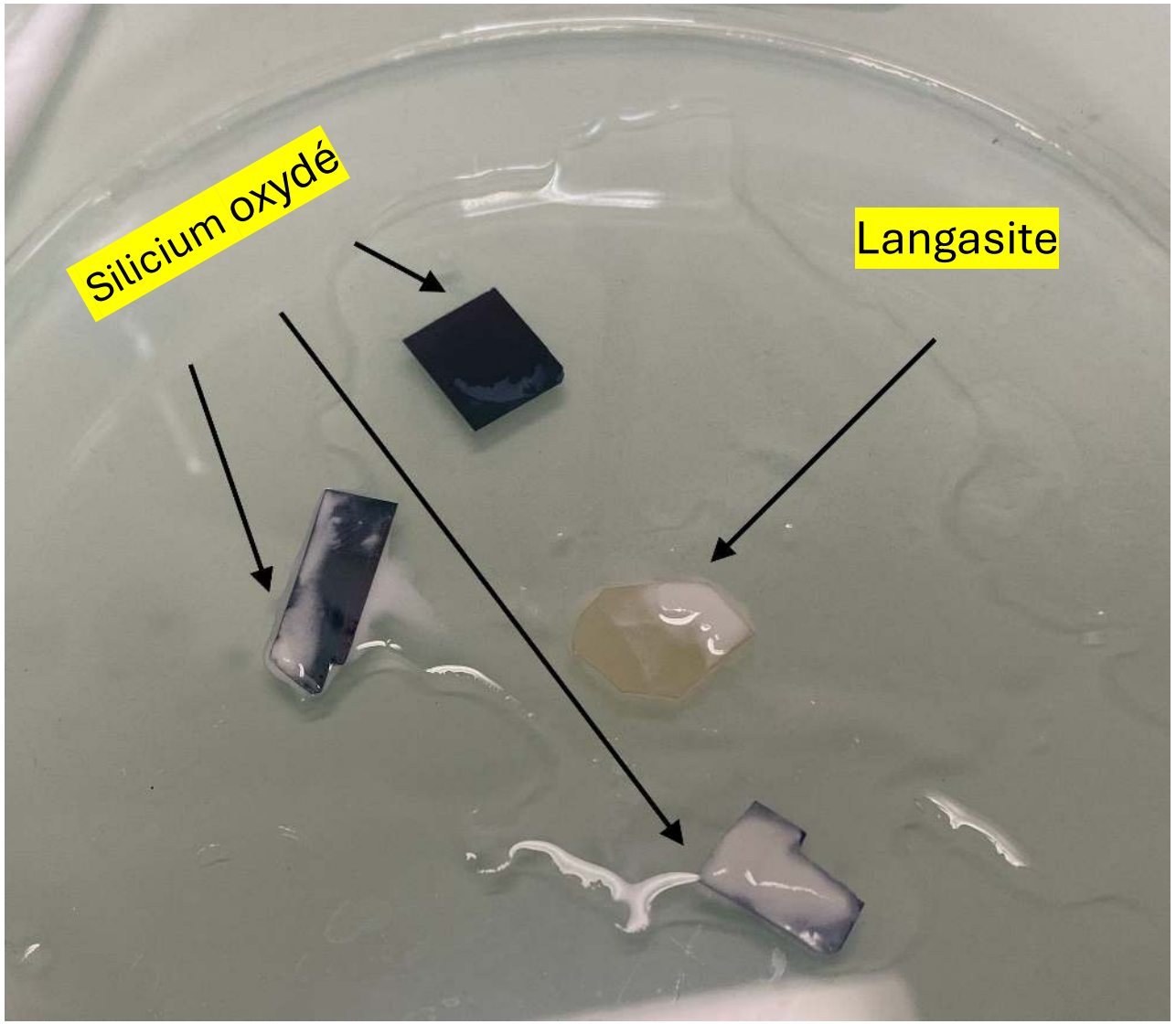


Fig. 4. Image du dépôt de la couche semence de ZnO.

Étape 2 : Préparation de la solution de croissance

Solution de zinc

Dissoudre 1,147 g d'acétate de zinc dihydraté dans 40 mL d'eau déionisée.

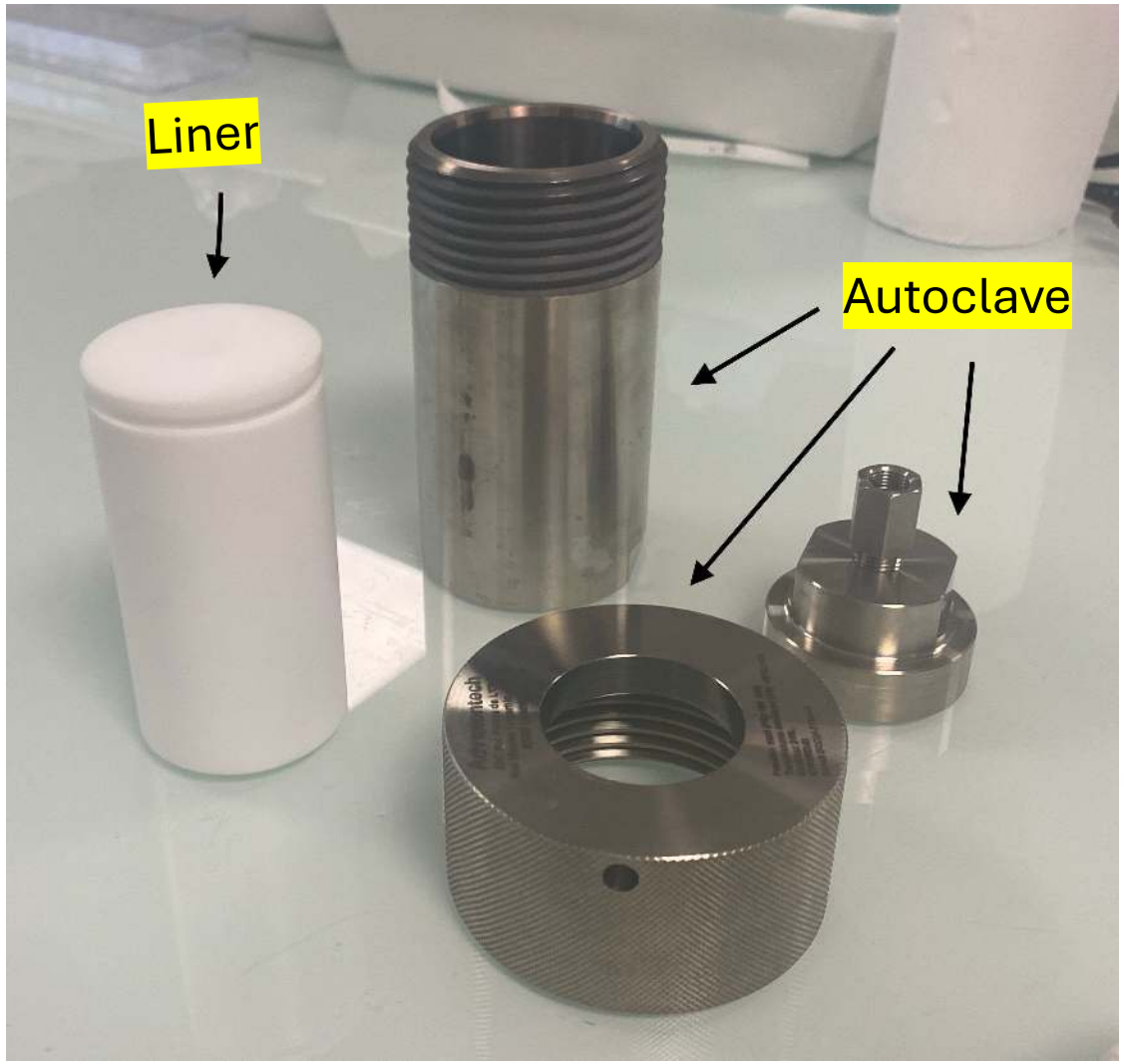
Solution de hydroxyde de sodium

Dissoudre 1,32 g de NaOH dans 10 mL d'eau.

Ajouter la solution de NaOH goutte à goutte dans la solution de zinc.

Fig. 5. Schéma simple de la deuxième étape.

Étape 3 : Croissance hydrothermale



- Mettre la solution de croissance dans un autoclave doublé de Téflon.
- Placer délicatement les substrats à l'intérieur, inclinés à 45°.
- Chauffer à 70 °C pendant 5 à 6 heures, puis laisser refroidir naturellement.

Fig. 6. Composants de l'autoclave utilisé pour la synthèse des nanofils de ZnO.

Nanofils – Résultat final

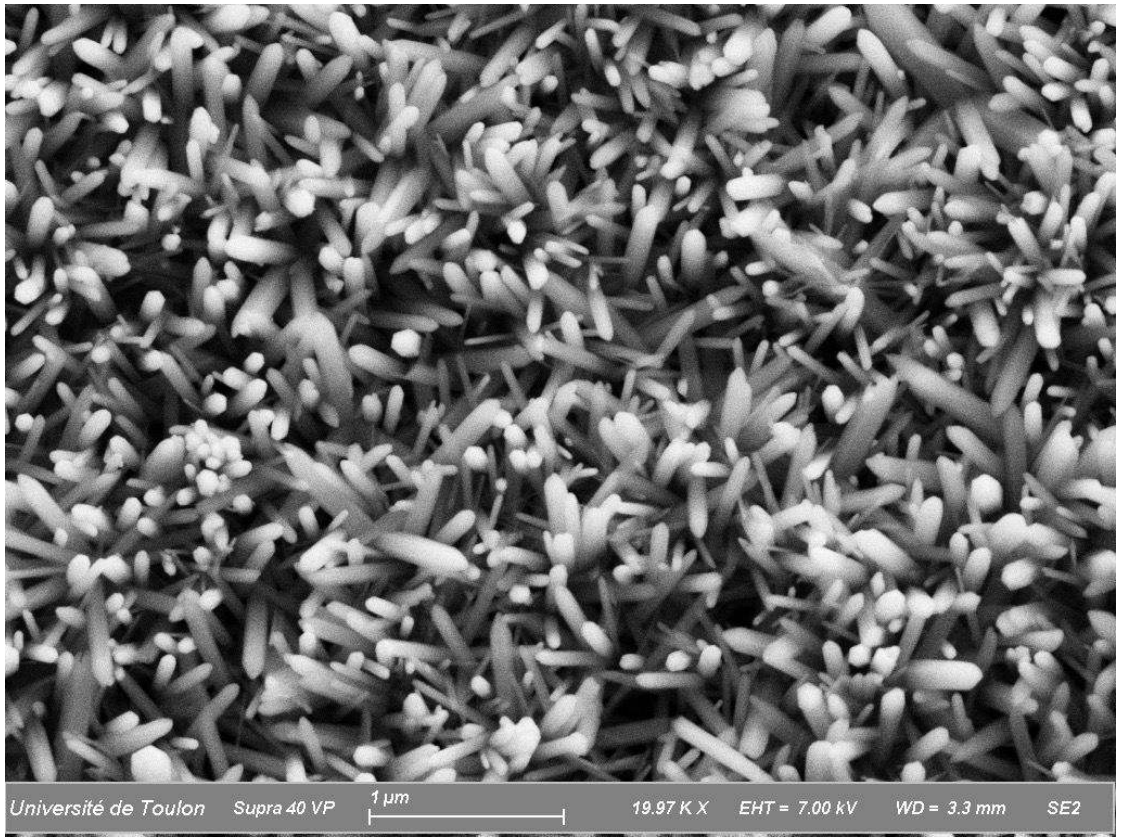


Fig. 7. Image acquise des nanofils sur substrat de Silicium oxydé fine couche.

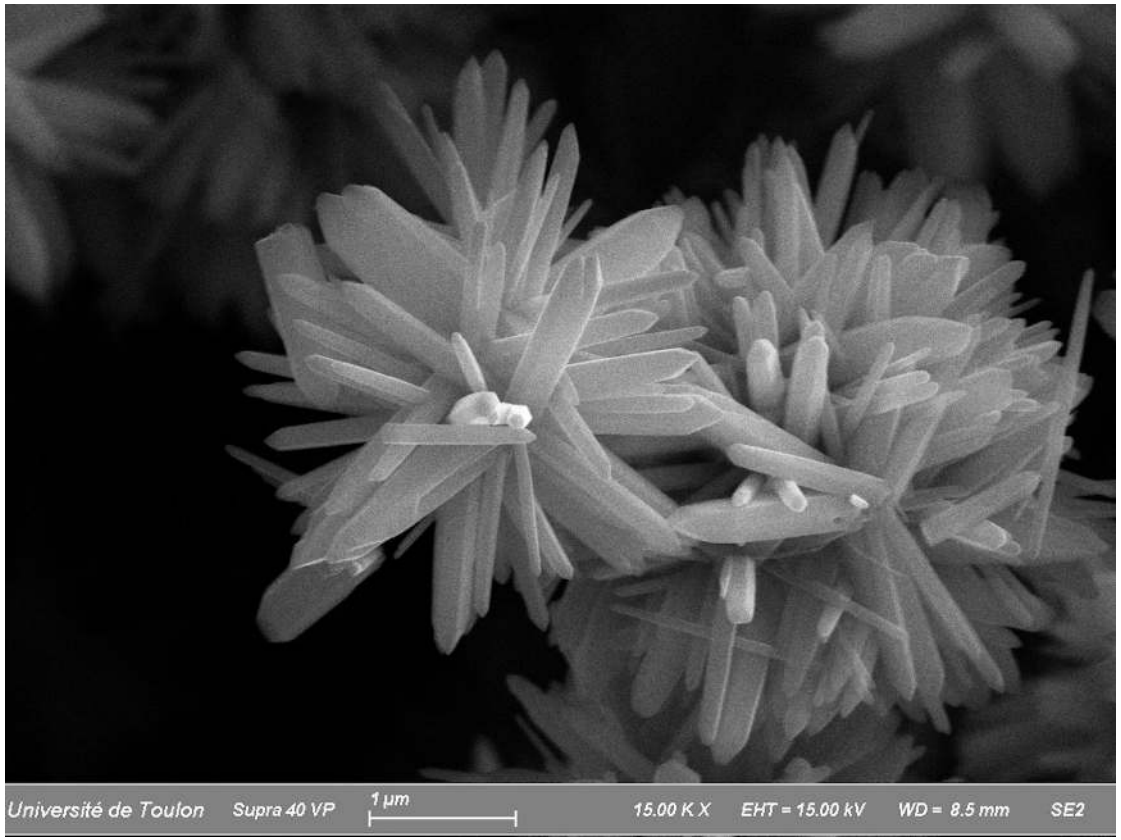


Fig. 8. Image acquise des nanofils sur substrat de Langasite.

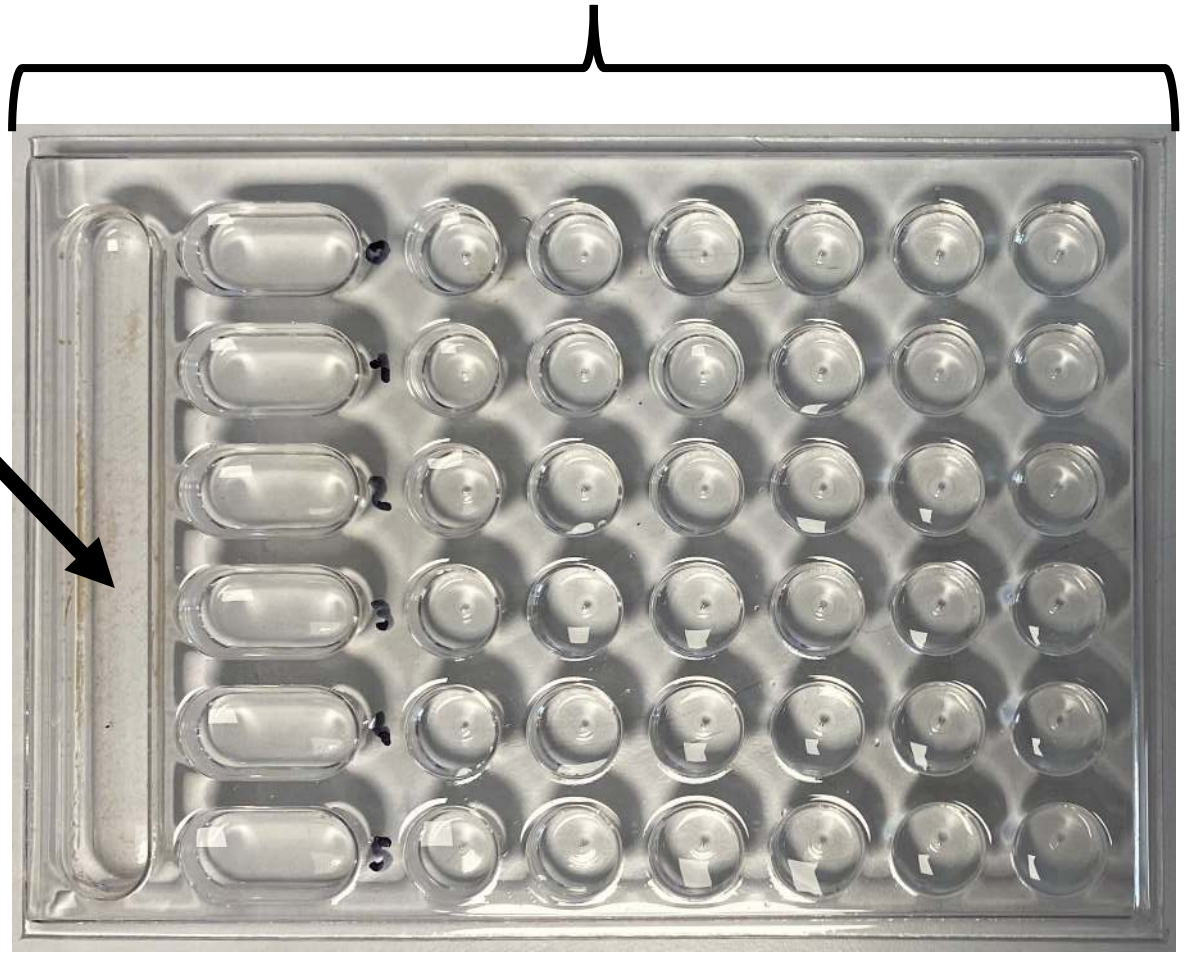
. Images prises au microscope électronique à balayage (MEB).

Test de toxicité ROTOXKIT M

Éclosion des œufs de rotifères

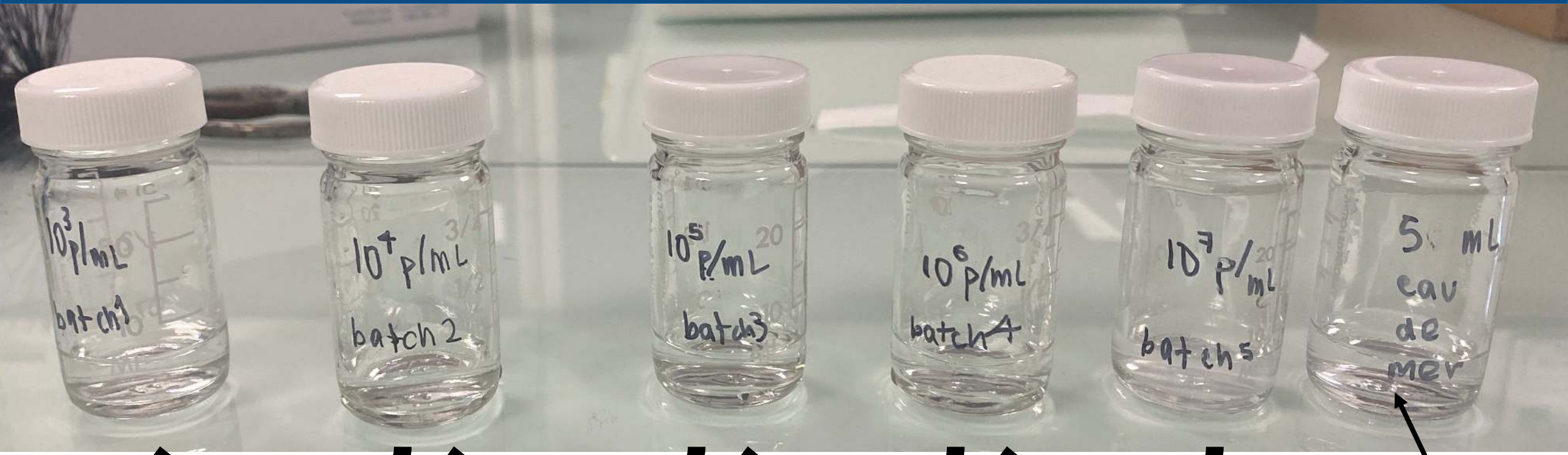
Fig. 9. Image prise au microscope montrant des œufs de rotifères.

la plaquette de test



Compartiment d’éclosion

Série de solutions test – méthode de dilution en cascade



...

Batch 2
=
0.5 mL du Batch 3
+
4.5 mL d'eau de mer

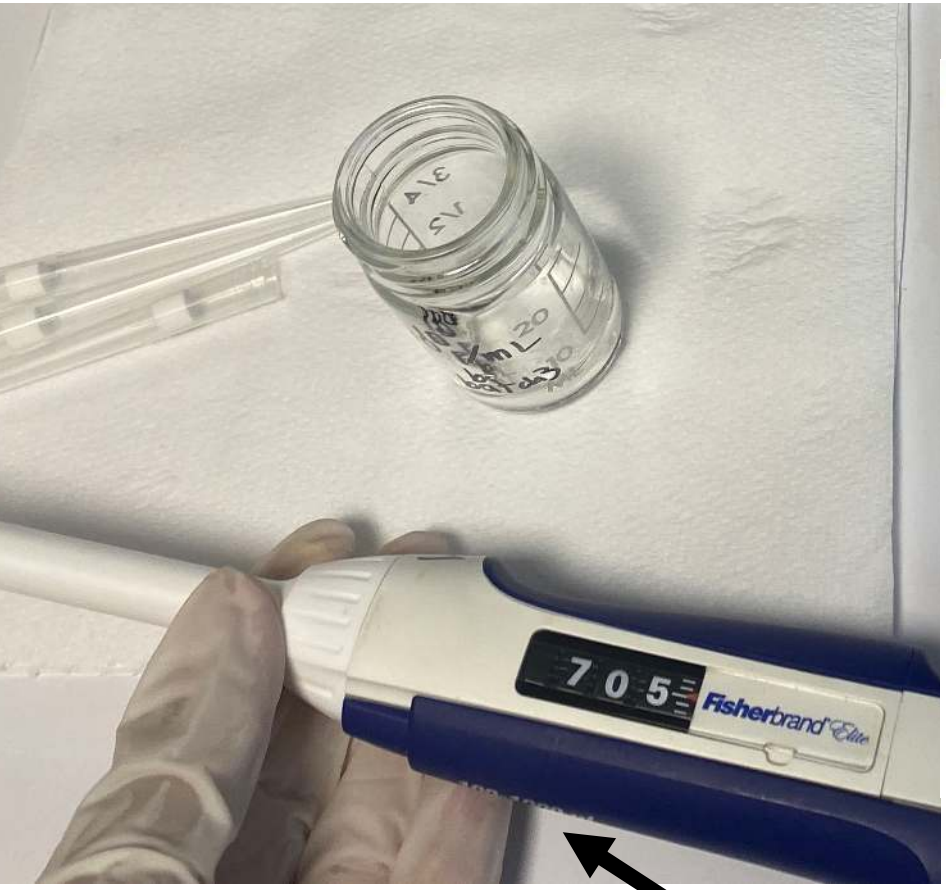
...

Batch 5
=
0.5 mL solution de semence
+
4.5 mL d'eau de mer

Solution témoin d'eau de mer à 35 ppt

Fig. 10. Images des six solutions préparées selon la méthode de dilution en série.

Transfert de la solution dans la plaque



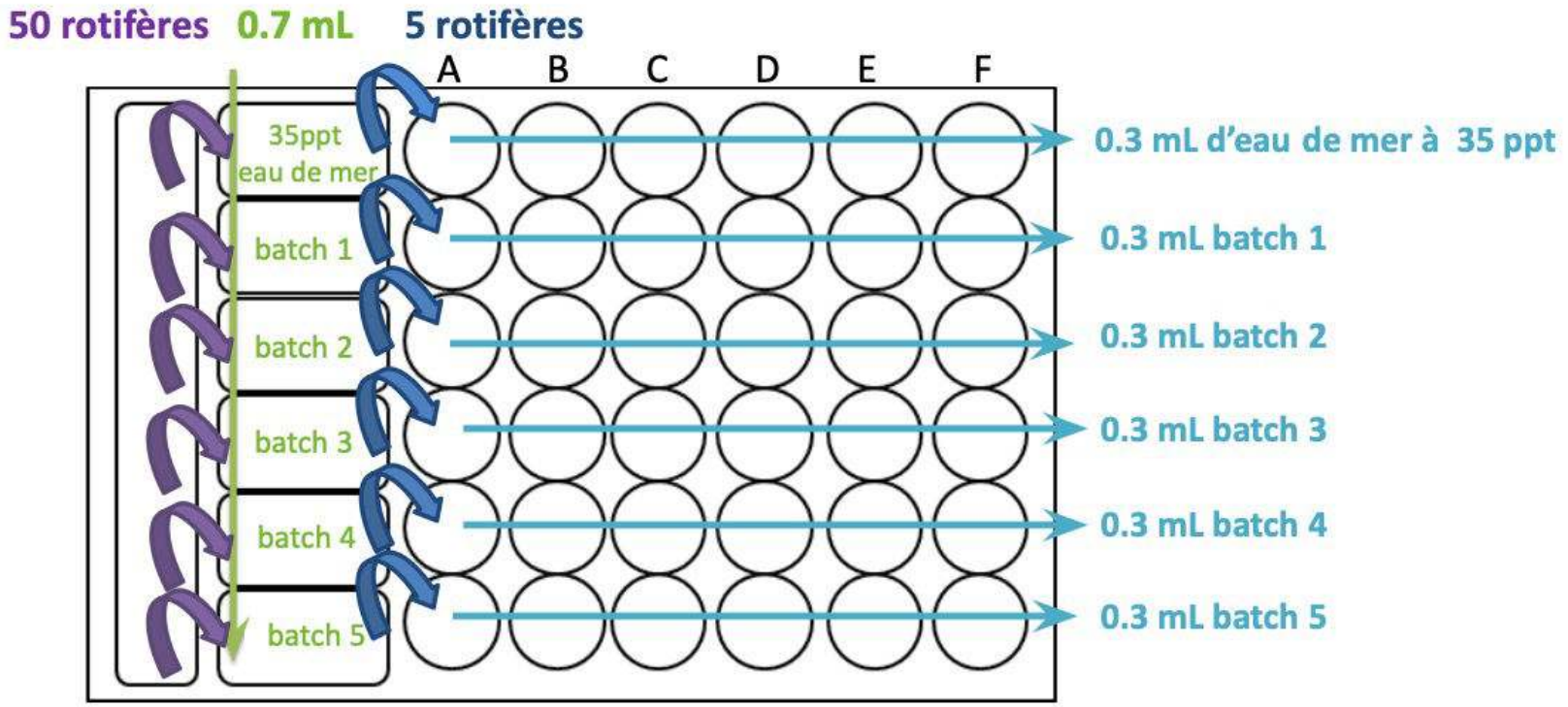


Fig. 11. Schéma représentatif des étapes sur la microplaque.

Micropipette

Acclimatation

Compartiment de rinçage où a lieu l'acclimatation

Fig. 12. Image au microscope des œufs de rotifères pendant l'acclimatation.

Test Rotoxkit M – Résultat final

		A	B	C	D	E	F	Total vivants /30	% mortalité
Témoin Eau de mer	24h	4 V 1 I	3 V 2 I	4 V 1 I	5 V	4 V 1 I	3 V 2 I	30/30	**0 %**
	48h	5 V	5 V	5 V	5 V	5 V	4 V 1 I	30/30	**0 %**
Batch 1 [C1]	24h	5 V	4 V 1 I	3 V 2 I	4 V 1 I	5 V	4 V 1 I	30/30	**0 %**
	48h	5 V	4 V 1 M	5 V	4 V 1 I	5 V	5 V	29/30	**3.33 %**
Batch2 [C2]	24h	5 V	3 V 2 I	4 V 1 I	4 V 1 I	4 V 1 I	5 V	30/30	**0 %**
	48h	5 V	4 V 1 I	4 V 1 I	4 V 1 I	4 V 1 I	4 V 1 I	30/30	**0 %**
Batch3 [C3]	24h	4 V 1 I	4 V 1 I	3 V 2 I	4 V 1 I	3 V 2 I	4 V 1 I	30/30	**0 %**
	48h	4 V 1 R	4 V 1 I	4 V 1 I	5 V	4 V 1 I	5 V	30/30	**0 %**
Batch4 [C4]	24h	4 V 1 I	3 V 1 I 1 M	5 V	5 V	5 V	4 V 1 I	29/30	**3.33 %**
	48h	5 V	4 V	4 V 1 I	5 V	4 V 1 I	5 V	29/29	**0 %**
Batch5 [C5]	24h	5 V	5 V	4 V 1 I	5 V	5 V	5 V	30/30	**0 %**
	48h	5 V	4 V 1 I	5 V	5 V	4 V 1 I	4 V 1 I	30/30	**0 %**

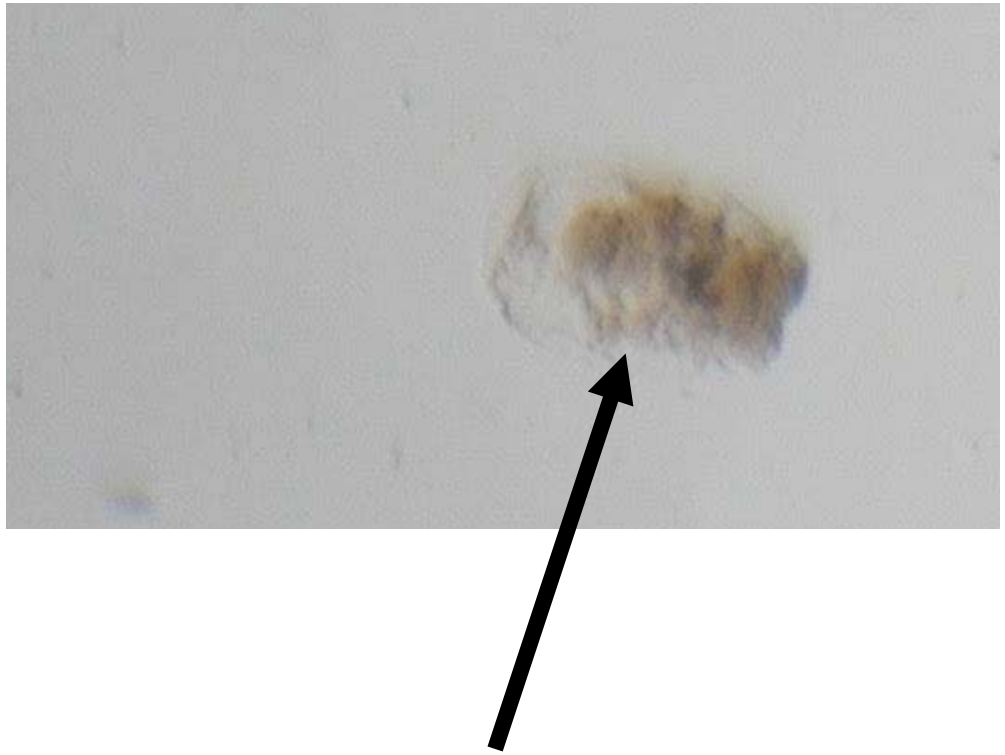
V pour “Vif”, M pour “Mort”, R pour “Rotation”, et I pour “Immobile”.

=

0,56 %

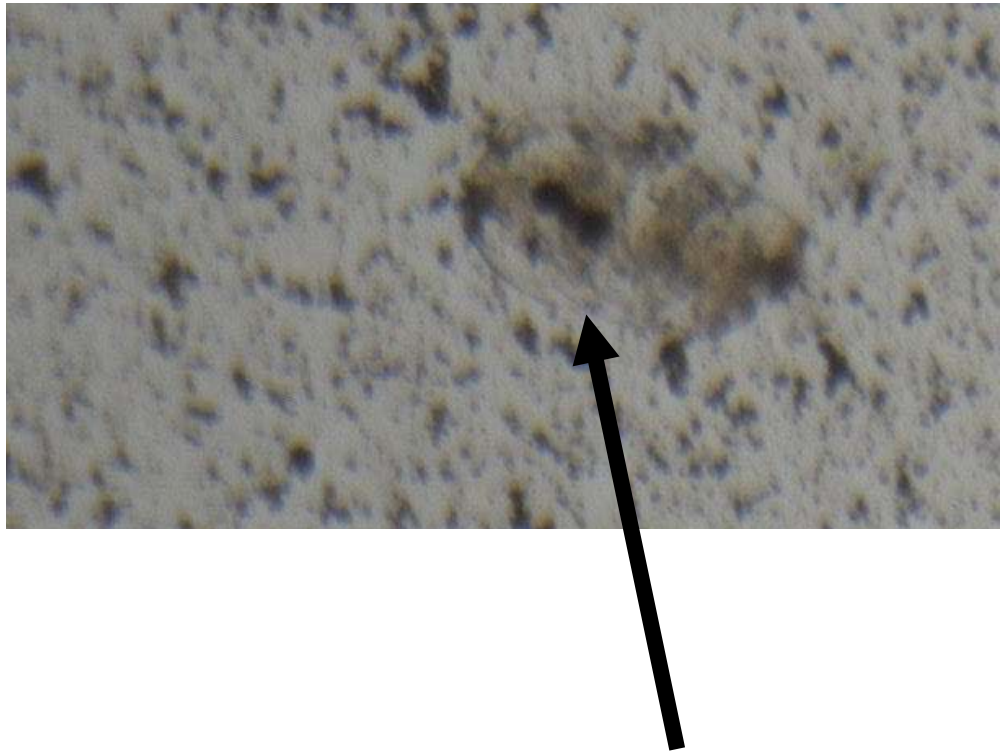
Images rotifères après 48h

Fig. 13. Rotifère exposé à la concentration minimale de ZnO.(batch 1)

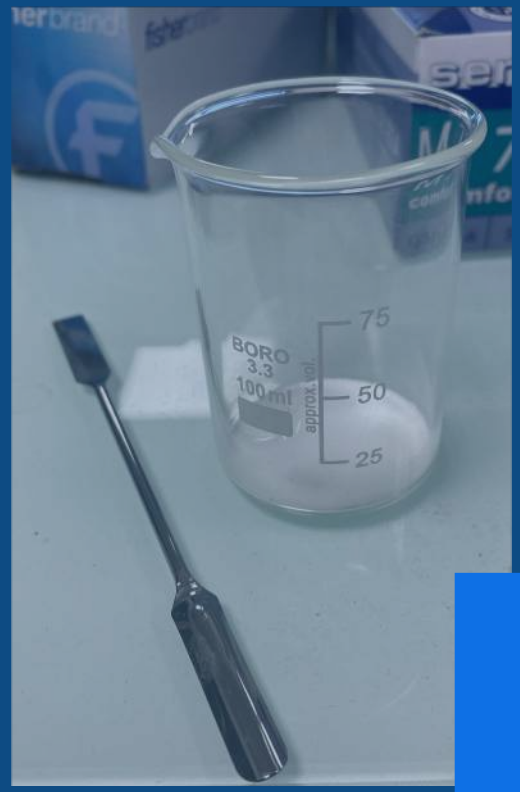


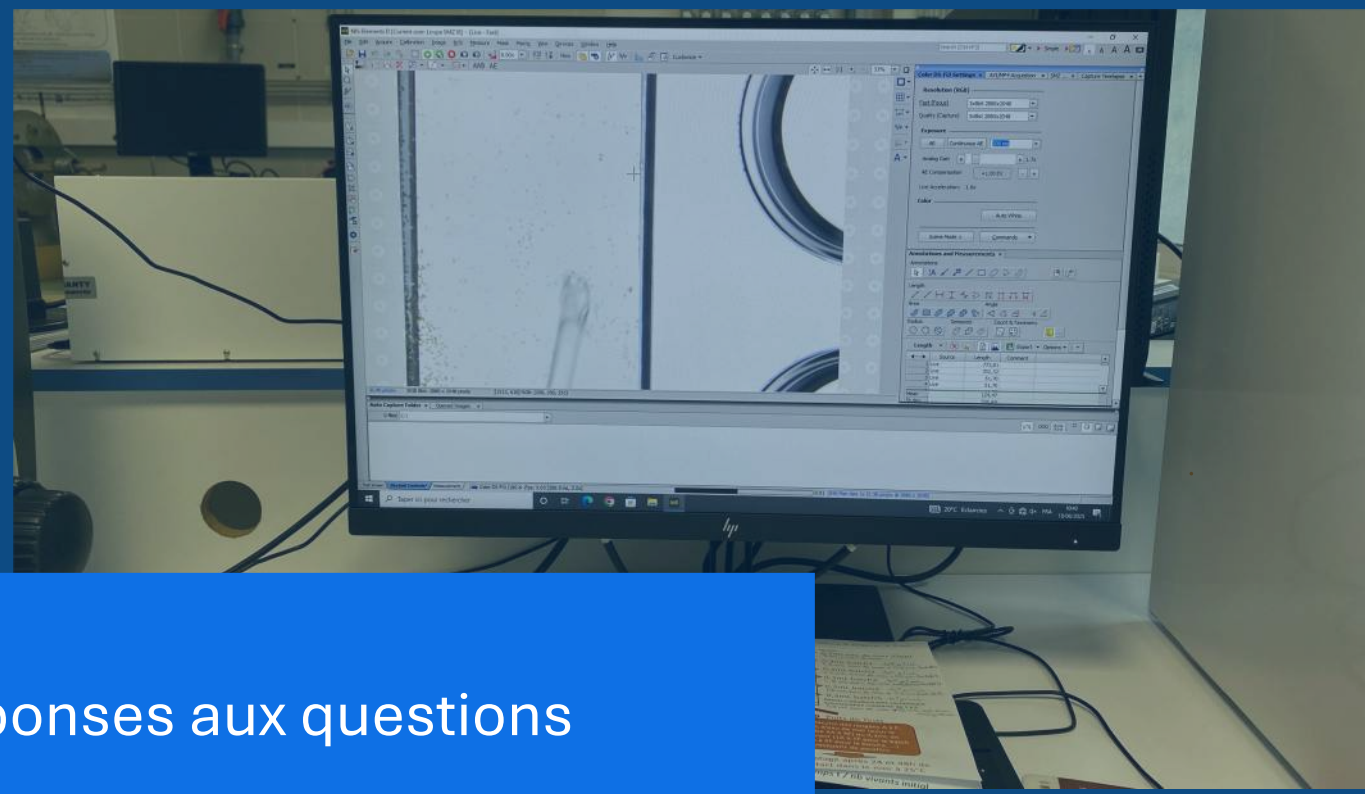
Rotifère au batch 1 avec un abdomen clair signe d'une ingestion faible de nanoparticules.

Fig. 14. Rotifère exposé à la concentration maximale de ZnO.(batch 5)

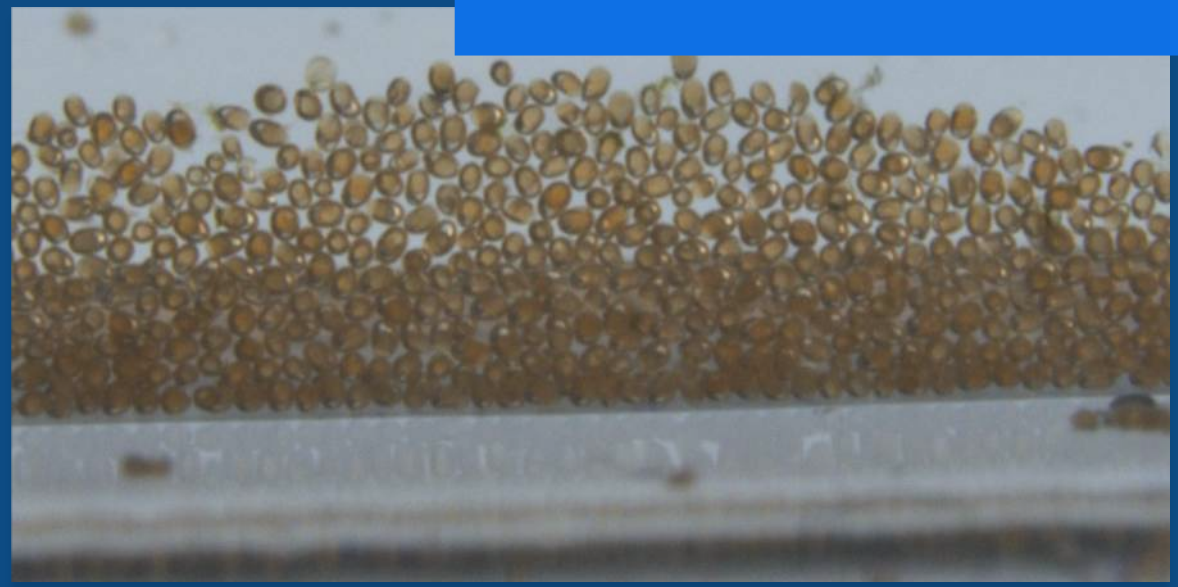


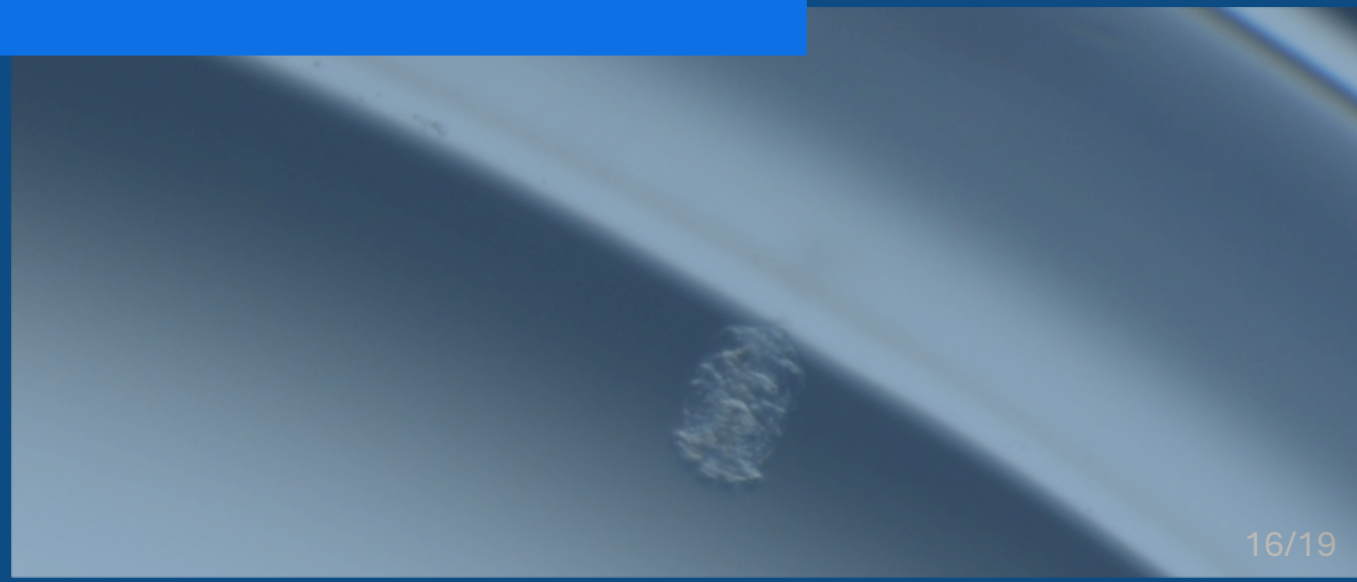
Rotifère au batch 5 avec un abdomen sombre signe d'une ingestion importante de nanoparticules.

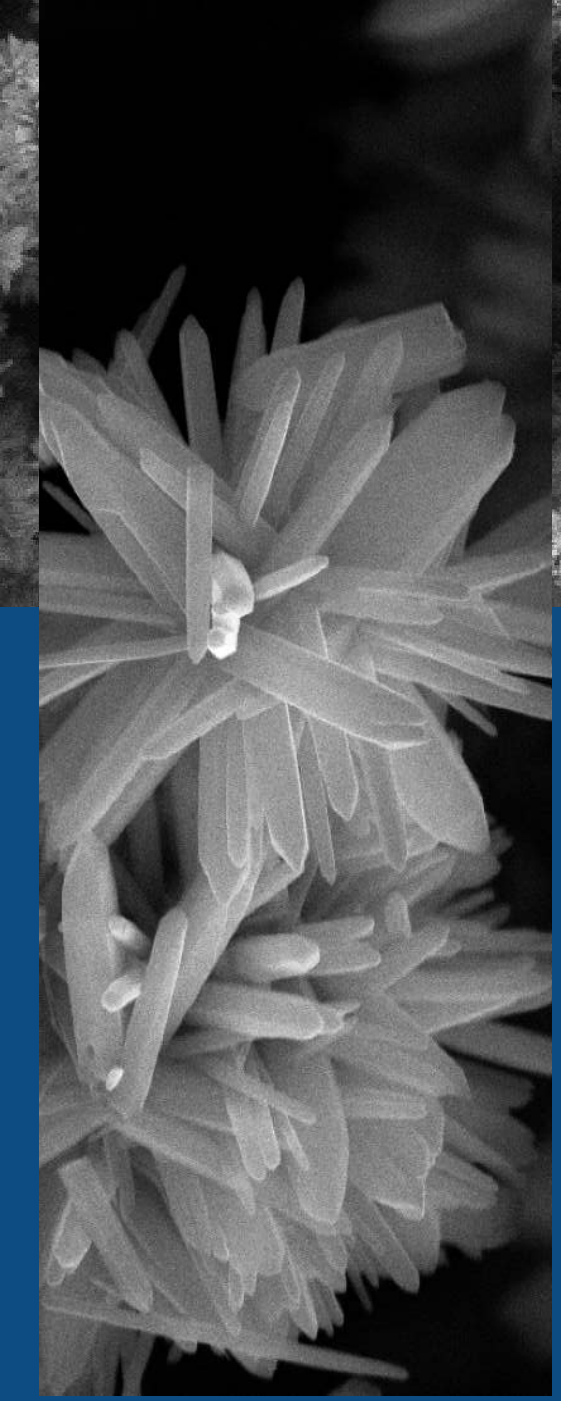


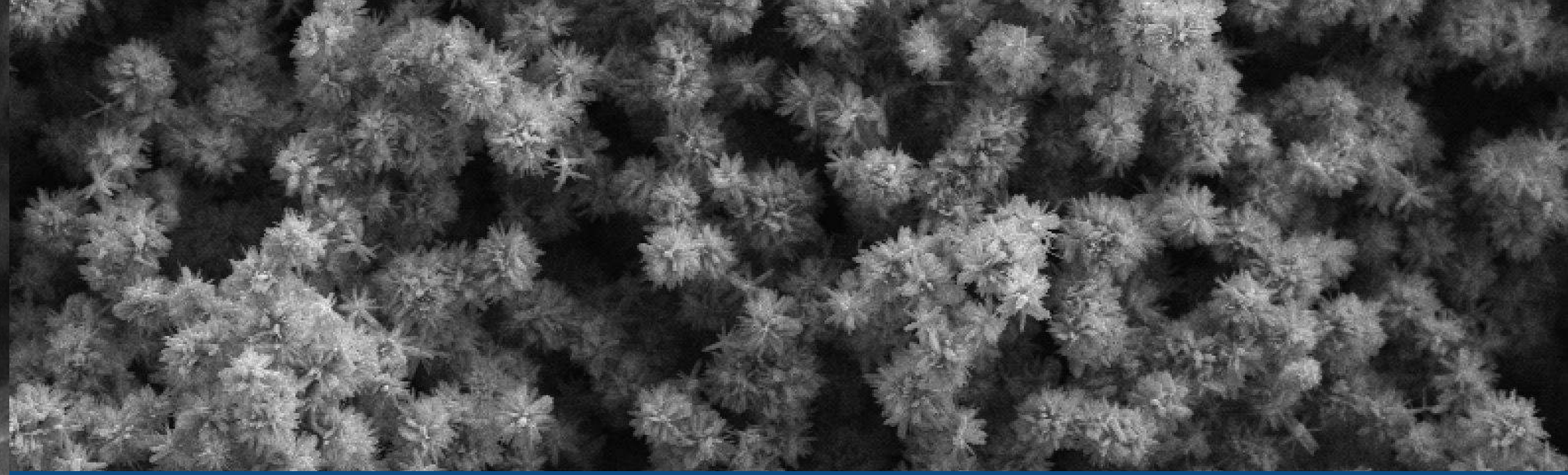


Conclusion et réponses aux questions









Merci pour votre attention

Je souhaiterais également remercier Madame Villain et Madame Delpy pour leur grande aide.

Bibliographie

Wang, Zhong Lin. A collection of nanostructures of ZnO synthesized. Rapport de recherche, juin 2004.

Persoone, Guido, et Terry W. Snell. Rotoxkit M: Rotifer Toxicity Screening Test for Estuarine and Marine Waters. Standard Operational Procedure. MicroBioTests Inc., Mariakerke (Gent), Belgique, 2015.

Habba, Yamina Ghozlane. Étude des nanostructures de ZnO pour leur application dans l'environnement : détection de gaz et dépollution de l'eau. Thèse de doctorat, Université Paris-Est, 2017. NNT : 2017PESC1094.

Alam, Md. Shah, et Muhammad Zamir Hossain. A simple hydrothermal protocol for the synthesis of zinc oxide nanorods. Article de recherche, Jagannath University, juin 2021.

Bibliographie

Zhang, Yangyang, Manoj K. Ram, Elias K. Stefanakos, et D. Yogi Goswami. Synthesis, characterization, and applications of ZnO nanowires. Revue Journal of Nanomaterials, Hindawi Publishing Corporation, 2012. Article ID 624520.

Baruah, Sunandan, et Joydeep Dutta. Effect of seeded substrates on hydrothermally grown ZnO nanorods. Revue Journal of Sol-Gel Science and Technology, vol. 50, n°3, Springer, 2009, pp. 456–464.

Ejsmont, Aleksander, et Joanna Goscianska. Hydrothermal synthesis of ZnO superstructures with controlled morphology via temperature and pH optimization. Revue Materials, MDPI, vol. 16, n°4, 2023, article 1641.