

1- Introduction

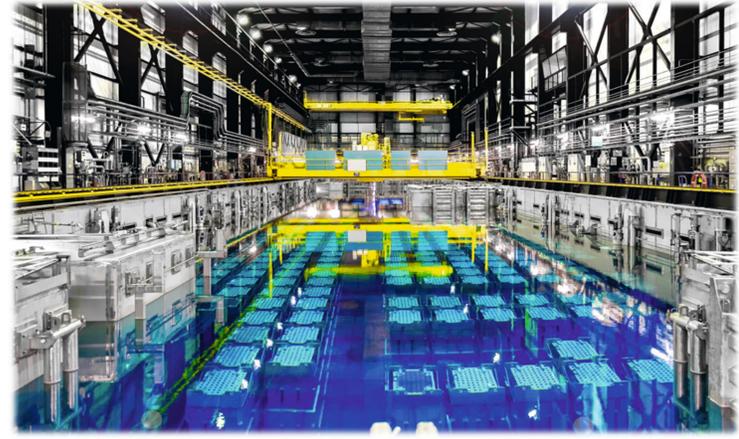
Les piscines d'entreposage de combustible usé, génèrent des effluents radioactifs et chargés de métaux lourds, du fait du relargage et de la dissolution de ces composés. La purification des effluents est effectuée via divers procédés physico-chimiques. Inconvénients de ces procédés :

- Maintenance lourde
- Génèrent d'importants volumes de déchets radioactifs
- Pas efficace (¹⁴C; ³H)

Il est donc nécessaire de développer un procédé de traitements biologiques plus écologiques, sûrs et durables.

Pour entrevoir une bio-remédiation des effluents radioactifs à échelle industrielle il faut disposer d'organismes vivants capables d'extraire ces polluants tout en résistant à leur toxicité.

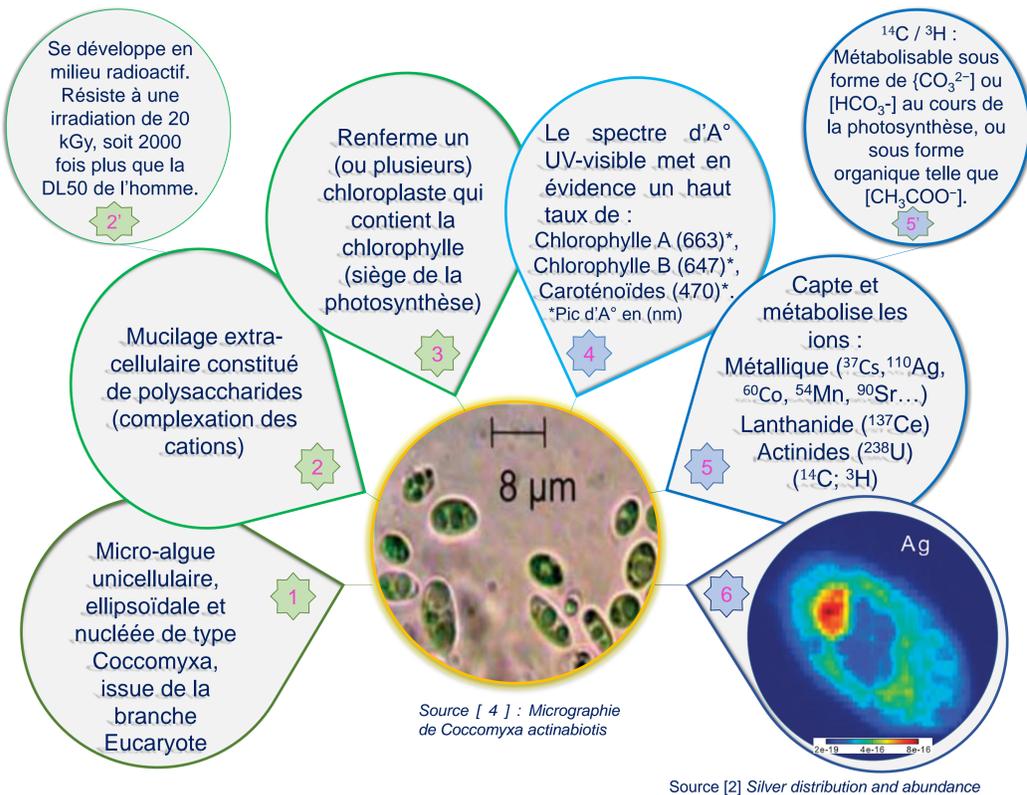
Une espèce de micro-algue découverte en 2013, dans une piscine de refroidissement des combustibles usés d'un réacteur nucléaire, laisse entrevoir de nouvelles stratégies de remédiation. Cette micro-algue nommée **Coccomyxa** a la capacité de se développer dans un milieu extrême.



Source IRSN : Piscine d'entreposage de combustibles usé.

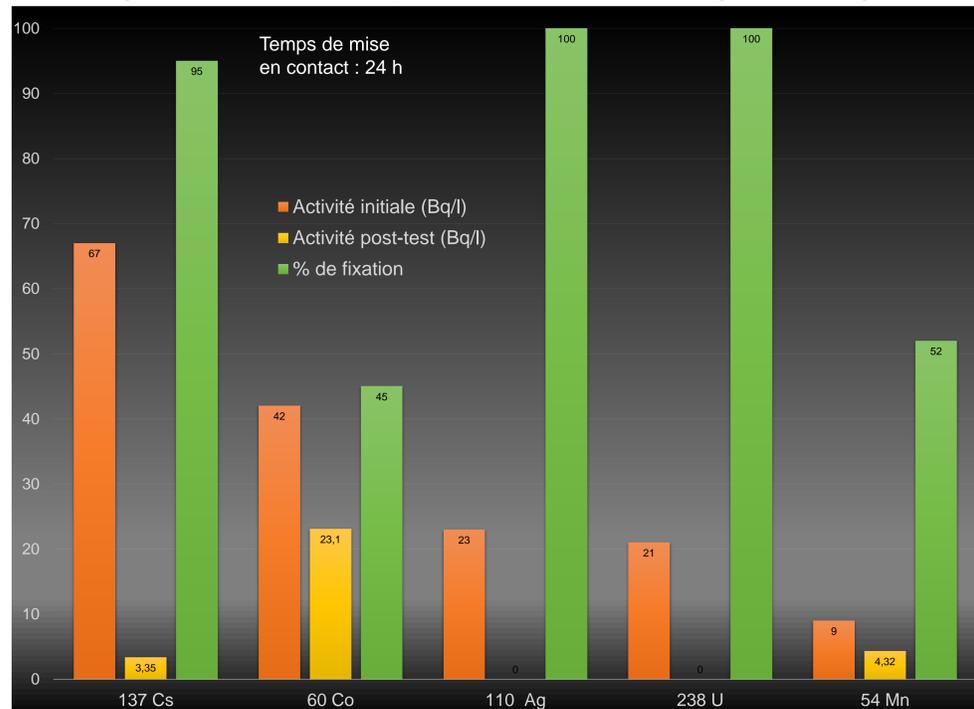
2 - Etat des connaissances

2.1 Caractéristiques morphologiques et biochimiques :



2.2 Test en laboratoire

Histogramme : échantillon d'un prélèvement d'eau de 50 ml, provenant d'une piscine de stockage d'éléments nucléaires, mise en contact avec 100 mg de micro-algue.



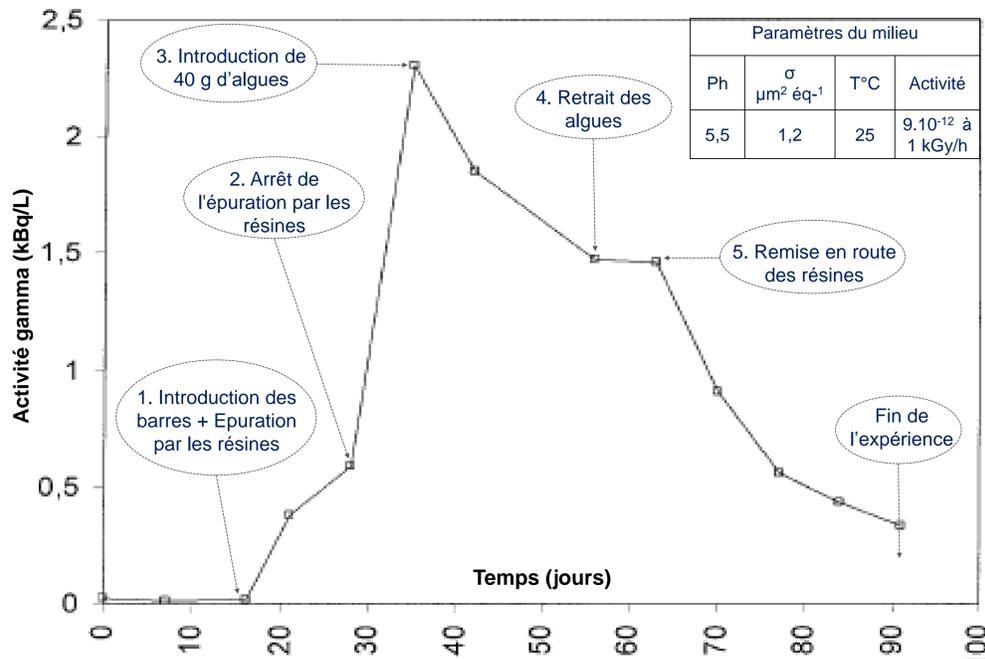
Résultat : Elimination de 81% de l'activité γ de l'eau via la micro-algue Coccomyxa C-IR3-4C. Source [3]

3 - Méthode de Bio-remédiation en condition réelle

Une expérience de décontamination d'une eau de piscine d'entreposage, d'un volume total de 361 m³ a été réalisée in situ, en introduisant 40 g d'algues de l'espèce Coccomyxa dans la piscine. L'eau est habituellement épurée par des résines échangeuses d'ions qui fixent les radionucléides.

Les micro-algues et l'activité radiologique absorbée et adsorbée ont été récupérées via un robot piscine, muni de filtres micro-pores (Ø filtre = 50 mm; h = 60 mm).

NOTA : Les filtres, très actifs, ont été changés tous les 2 jours.



Graphique : Activité de l'eau contaminée par des barres de sécurité, issues d'un réacteur, en fonction du temps de traitement; Source [3]

4 - Résultat

Les micro-algues sont autant efficaces qu'une épuration via les résines échangeuses d'ions, et génèrent un volume de déchets 100 fois moins important que les résines.

110m Ag	124Sb	60Co	Total
470 MBq	180 MBq	90 MBq	740 MBq

Source [3]

5 - Conclusion

Sur la base des résultats obtenus, la faisabilité de la bio-décontamination des radionucléides par la micro-algue à l'échelle pilote a été étudiée et démontrée par les chercheurs du CEA, CNRS et l'Institut Max Von Laue – Paul Langevin.

Avantages :

- ✓ Procédé de traitements biologiques plus écologiques, sûrs et durables*,
- ✓ Volume de déchets 100 fois moins important*,
- ✓ Métabolise le ¹⁴C et le ³H,
- ✓ Maintenance moins lourde*.

*En comparaison avec des résines échangeuse d'ions.

Procédés pilotes envisagés :

- Peut être déporté, et utilisé pour décontaminer des effluents liquides de l'industrie nucléaire et autres.
- Possibilité de récupérer les métaux et les actinides (Ag, Co, U...) adsorbés et/ou absorbés par la micro-algue via un procédé chimique.

Bibliographie :

- [1] Agence internationale de l'énergie atomique, AIEA, « Effects of ionizing radiation on aquatic organisms and ecosystems », 2014.
- [2] HAL, Thèse : Thomas Leonardo, Mécanismes d'accumulation et impact biologique de l'argent et du cobalt chez la micro-algue Coccomyxa actinabiotis. Université de Grenoble, 2014.
- [3] Fascicule de brevet européen : CEA, Institut Max Von Laue - Paul Langevin, CNRS, Nouvelle algue radio-résistante du genre Coccomyxa, 2018.
- [4] ARCEA, Groupe Argumentaire sur les Energies Nucléaire et Alternatives : Article N°38, La bioremédiation – application à la décontamination des sols et des eaux polluées par des éléments métalliques toxiques ou radioactifs.
- [5] Fascicule de brevet international : CEA, Institut Max Von Laue - Paul Langevin, CNRS, Museum national d'histoire naturelle; Nouvelle algue radio-résistante du genre Coccomyxa, 2013.
- [6] Article CEA : Découverte d'une microalgue à la radiotolérance exceptionnelle, 2013.