

NANOPARTICULES EN RADIOPROTECTION : SYNTHÈSE ACTUELLE ET PERSPECTIVES GALÉNIQUES

Dr. AMIROUCHE N.¹, Dr. TIRICHINE A.¹, Dr. MOKHTARI F.Z.¹, Pr. DJERMOUNE S.¹, Pr. BENAZIZ O.¹
Pr. AYACHI N.¹

¹Laboratoire de pharmacie galénique, Département de pharmacie. Université SAAD DAHLAB, Blida, Algérie.

Résumé : La radiothérapie peut endommager les tissus sains, mais les nanoparticules métalliques offrent une solution prometteuse comme radioprotecteurs en oncologie. Leur potentiel, leurs mécanismes d'action et leurs propriétés sont étudiés. Les méthodes de synthèse permettent d'obtenir des nanoparticules adaptées à la radioprotection et à la vectorisation de médicaments. En conclusion, les nanoparticules métalliques représentent une avancée majeure pour améliorer l'efficacité des traitements contre le cancer tout en minimisant les effets secondaires.

Mots-clés: radioprotection, nanoparticules, oncologie, ionisation, ROS.

I- Introduction :

La radiothérapie, bien que puissante contre le cancer, peut affecter les tissus sains adjacents, motivant l'utilisation de radioprotecteurs. Les nanoparticules émergent comme des candidats prometteurs, offrant un meilleur ciblage des tumeurs et une efficacité accrue. Cette revue explore l'état actuel de la recherche sur l'utilisation des nanoparticules comme radioprotecteurs, mettant en lumière leurs propriétés, mécanismes de protection, ainsi que les méthodes de synthèse pour des applications cliniques.

III- Résultats et discussion:

Norme ISO : nanoparticule <100 nm diamètre.

- Les nanoparticules, inertes et stables, peuvent être conjuguées à d'autres molécules pour améliorer leur effet anti-tumoral et sont utilisées comme mode de vectorisation des médicaments.
- Leur pharmacocinétique particulière leur permet de diffuser à travers les vaisseaux perméables des tumeurs sans relargage dans la circulation sanguine, offrant ainsi un transport ciblé des médicaments en oncologie
- Elles sont utilisées comme agents radioprotecteurs grâce à leurs capacités intrinsèques.
- L'efficacité radiosensibilisante dépend de leurs caractéristiques, des conditions d'administration et des propriétés des rayonnements ionisants.

Formulation et fabrication:

- Principaux défis liés à la formulation de nanoparticules radioprotectrices:
- Optimisation de la taille, de la forme et de la surface des nanoparticules pour une protection maximale contre les ROS et une pharmacocinétique optimale.
 - Garantie de la stabilité des nanoparticules sous exposition aux rayonnements.
 - Développement de méthodes de synthèse fiables et reproductibles.
 - Transfert des résultats prometteurs in vitro à des applications cliniques.

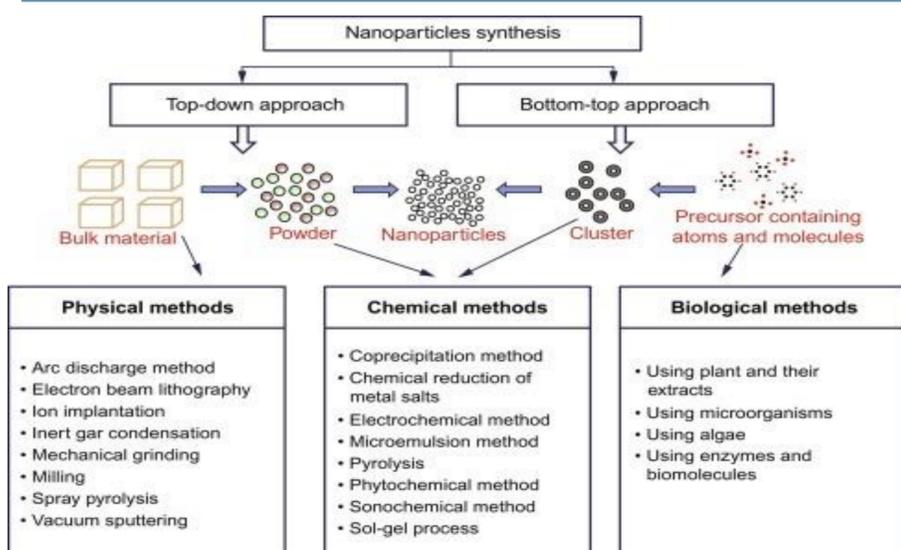


Tableau 1: Synthèse des Nanoparticules: Méthodes Courantes

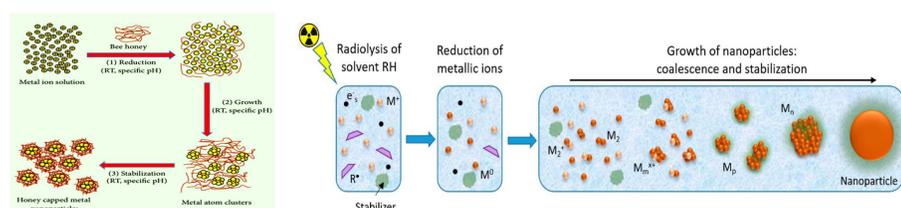


Figure 1: Synthèse verte de nanoparticules à l'aide de miel.

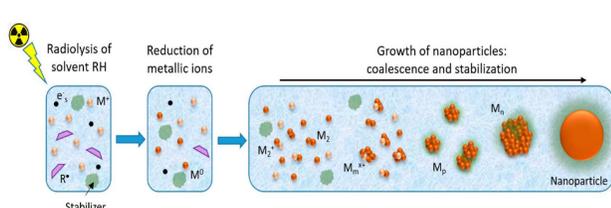


Figure 2: Principaux processus de synthèse de nanoparticules métalliques à l'aide de rayonnements ionisants.

II- Matériels et méthodes :

Revue de littérature francophone et anglophone avec les termes MeSH "nanotechnology cancer", "nanoparticles", "radioprotection" sur les bases ResearchGate, ScienceDirect, ClinicalKey via la plateforme SNDL avec outils d'IA pour améliorer la pertinence.

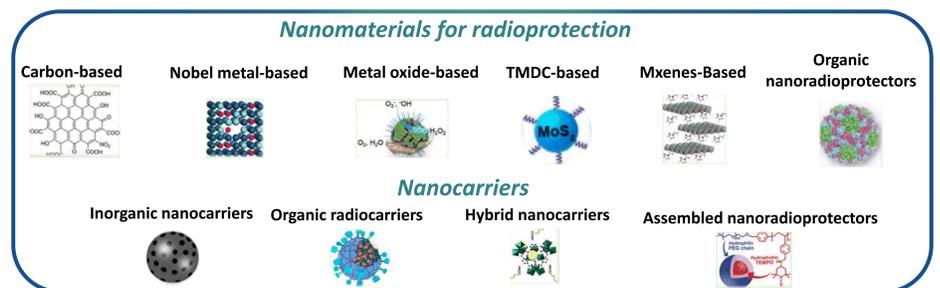


Figure 3: Schéma de la radioprotection générale médiée par la nanotechnologie

	Nanoparticules	Mécanisme d'action
Nanoparticules métalliques	Nanoparticules d'or (GNP). → Les plus utilisées à cause de leur petite taille, leur biocompatibilité et de leur maniabilité en termes de manipulation chimique.	Augmentation de la dose de rayonnements par résonance plasmonique, ciblage des tumeurs et transport des médicaments.
	Nanoparticules d'argent.	Protection des dommages des radiations en formant des complexes avec des molécules antioxydantes (acide glycyrrhizique, acide alpha-lipoïque, acide ascorbique).
	Nanoparticules de platine.	Propriétés antioxydantes par piégeage des ROS, toxicité accrue pour les cellules cancéreuses (surtout les cellules du carcinome du colon humain) et inhibition de la réponse inflammatoire.
	Nanoparticules d'oxyde de cérium.	Radioprotection des cellules, propriétés antioxydantes, et anti-invasives, radiosensibilisation, amélioration de la fonction immunitaire.
Nanoparticules biologiques	Extraits de plantes médicinales comme la curcumine, l'arbutine et le gingembre. → Faible toxicité et grande tolérance.	Amélioration de l'efficacité de la radiothérapie tout en protégeant les tissus sains grâce à leurs propriétés physico-chimiques.

Tableau 2: Les différentes nanoparticules utilisées en oncologie et leur mécanismes d'action.

Conclusion:

Les nanoparticules offrent de nouvelles perspectives en oncologie grâce à leurs propriétés intrinsèques et comme vecteurs de médicaments radioprotecteurs. Certaines nanoparticules métalliques (cuivre, zinc, titane, magnésium, or, alginate, argent) possèdent des propriétés Physicochimiques radioprotectrices. Les progrès technologiques visent à exploiter ces propriétés pour améliorer l'efficacité des traitements tout en réduisant la toxicité. Cependant, ces nanoparticules soulèvent des interrogations sur leur toxicité potentielle liée à la dissociation des ions métalliques. Des efforts supplémentaires sur la formulation galénique et l'amélioration de la biodistribution permettront d'optimiser leur efficacité et leur innocuité.

Références

1. Bagoria, L., Yadav, R. K., & Ratanpal, S. (2022). Role of nanoparticles as radioprotector. *ResearchGate*.
2. Howard, Sebastian, S.Thierry, B, & Kempson, I. (2020). Chemical Mechanisms of Nanoparticle radiosensitization and Radioprotection : A review of Structure-Function relationships Influencing reactive oxygen Species. *International Journal of Molecular Sciences*.
3. Nanoparticules et radiothérapie. Valentin Calugaru , Nicolas Magné, Joel Héroult , Sylvie Bonvalot , Christophe Le Tourneau, Juliette Thariat. *Bulletin du Cancer* (2015).
4. Bahari, N, Hashim, N, Abdan, K, Akim, A, M, Maringgal, B, & Al-Shdifat, L. M. (2023). Role of Honey as a Bifunctional Reducing and Capping/Stabilizing Agent : Application for Silver and Zinc Oxide Nanoparticles. *Nanomaterials*.
5. Marwa, M, Afifi, Reem, H, El-Gebaly, Ibrahim, Y, Abdelrahman, Monira, M, Rageh. (2023). Efficacy of iron-silver bimetallic nanoparticles to enhance radiotherapy. *Naunyn-schmiedeberg's Archives of Pharmacology*.
6. Remita, H, & Lampre, I. (2024). Synthesis of Metallic Nanostructures Using Ionizing Radiation and Their Applications. *Materials*.
7. A, N, Bychkov, Gulzhian, I, Dzhardimalieva, G, P, Fetisov, V, Valskiy, N, D, Golubeva, A, D, Pomogailo. (2016). Synthesis and characterization of metal-polymer nanocomposites with radiation-protective properties. *Russian Metallurgy*.
8. Daniela, Salado-Leza and all, Green One-Step Synthesis of Medical Nanoagents for Advanced Radiation Therapy. *Nanotechnology, Science and Applications* (2020).