

Caractérisation des concentrations homéopathiques ultra-élevées en milieu aqueux : analyse de suivi des nanoparticules

Michel Van Wassenhoven, Martine Goyens, Pierre Dorfman, Philippe Devos, Jean-Louis Demangeat
Homeopathy 2025;114:146–162.

Cet article publié récemment dans la revue Homeopathy attire particulièrement l'attention :

- par ses objectifs , confirmer la présence de nanoparticules dans les hautes dilutions utilisées en homéopathie, et explorer les divergences concernant les tailles de ces nanoparticules
- par la méthode utilisée : L'analyse de suivi des nanoparticules (NTA), méthode de visualisation et d'analyse des particules qui utilise les propriétés de la diffusion de la lumière et du mouvement brownien et relie le taux de mouvement brownien à la taille des particules afin d'obtenir la distribution granulométrique des échantillons dans la suspension liquide. Cette technique est utilisée en conjonction avec un ultramicroscope et un système d'éclairage laser, qui permettent de visualiser les petites particules en suspension liquide se déplaçant sous l'effet du mouvement brownien. La NTA permet de déterminer le profil de distribution granulométrique de petites particules d'un diamètre d'environ 10 à 1 000 nm en suspension liquide.

Cette étude se situe dans le prolongement du projet DYNHOM lancé en 2014 par Michel Van Wassenhoven et ses collaborateurs projet dont l'objectif principal a été de décrire et de caractériser les médicaments homéopathiques jusqu'à leurs dynamisations les plus élevées. Elle associe Jean Demangeat et les travaux qu'il a effectués et dirigés en RMN par son équipe, avec laquelle j'ai pu coopérer à partir de 1985.

Contexte et objectifs de l'étude :

Au cours des trois dernières décennies des recherches utilisant diverses méthodes ont confirmé la nature matérielle, notamment la présence de nanoparticules (NP), dans les hautes dilutions utilisées en homéopathie. C'est principalement l'utilisation de la RMN (1-3), initiée des 1992 (4) et prolongée ensuite (5,6) qui a permis de démontrer que les médicaments homéopathiques liquides, même aux dilutions les plus élevées, diffèrent de leurs témoins ; ils ne peuvent plus être considérés comme des solvants purs et différentes matières premières peuvent être distinguées (7-13). De plus, la RMN a permis de suggérer pour la première fois la présence de superstructures nanométriques (11), confirmée par la preuve de l'implication de nanobulles (NB) (12) et l'importance de la dynamisation (13). Ensuite, Chikramane et al. (14) ont montré par microscopie électronique à transmission (MET) la présence de NP dans des dilutions ultra-élevées commerciales de médicaments homéopathiques à base de métaux à 30 cH et 200 cH. La présence de nanostructures et/ou nanoparticules a été ensuite largement confirmées (15-20) : ces structures sont chargées et polarisées et la présence des bulles sub-micrométriques à longue durée de vie ont été mises en évidence dans des solutions agitées et très diluées.

Cependant, il existe une disparité considérable, voire une discordance, dans les études sur la nature et la taille de ces nanoparticules (21).

Ces divergences sont dues aux différentes techniques utilisées (microscopie à force atomique, balayage électromagnétique, analyse de suivi des nanoparticules, diffusion dynamique de la lumière, diffraction électronique à aire sélectionnée, microanalyse des rayons X à dispersion d'énergie) et/ou à

la méthode de préparation, en particulier lorsque les échantillons proviennent d'une production commerciale non spécifiée ou sont préparés en milieu éthanolique

Des artefacts techniques ont été identifiés. De plus, la nature présumée de ces NP était très incohérente : elles comprenaient soit des structures essentiellement aqueuses, soit des particules contenant de la silice, soit, paradoxalement, des particules contenant des quantités mesurables du substrat d'origine à des dilutions ultra-moléculaires allant jusqu'à 200 cH (14, 20).

En 2016, l'équipe de Van Wassenhoven a utilisé la diffusion dynamique de la lumière afin de visualiser de très petites nanoparticules dans les dilutions de Cuprum et de Gelsemium (16) Des nanoparticules de 100 nm et plus ont été observées par sur toute la plage de dilution-dynamisation (5–30 cH et 200 K). 100 nm est la plage de tailles la plus adaptée à l'application de la technique NTA.

L'objectif de la présente étude était de vérifier l'ensemble des mesures de NP réalisées au cours des huit dernières années sur plusieurs médicaments homéopathiques et témoins, selon différentes approches, et de tenter de mieux cerner leur nature. Ces médicaments dynamisés (DYN) sont produits conformément aux Bonnes Pratiques Pharmaceutiques sur six lignes de production différentes, jusqu'à une dilution de 30 cH, et comparés à des témoins dynamisés par solvant et à des échantillons simplement dilués (DIL). Cet article s'est concentré sur une technique spécifique (NTA), en prenant uniquement en compte les nouvelles données non publiées collectées depuis 2018. L'étude actuelle a donc eu pour but de vérifier ces résultats grâce à l'analyse de suivi des NP.

Méthode

Six dilutions en série indépendantes de médicaments homéopathiques courants, solubles (Gelsemium, Pyrogenium, Kalium mur) ou insolubles (Cuprum, Argentum, Silicea), ont été préparées conformément aux normes de la Pharmacopée européenne. Les dynamisations homéopathiques (DYN) en eau pure ont été comparées avec leurs témoins dynamisés et avec des dilutions simples (DIL) jusqu'à 30 cH. L'influence du contenant (verre ou PET) sur les témoins solvants a également été étudiée.

Résultats

Ils peuvent être étudiés en détail dans la publication par les spécialistes. En résumé, la présence de particules de 20 à 300–400 nm a été observée dans tous les dilutions dynamisées, ou diluées et dans les témoins, sauf dans l'eau pure non agitée. La taille et la distribution granulométrique des NP dans les dilutions homéopathiques élevées étaient plus petites que celles des témoins pour les sources solubles et plus grandes pour les sources insolubles, même au-dessus de 11 CH. Le comportement inverse a été observé pour le nombre de nanoparticules.

En comparant les solutions dynamisées et les dilutions diluées, le nombre, la taille, la présence d'agrégats ou de chaînes et la luminosité, des nanoparticules ont augmenté avec la dynamisation, y compris au-dessus de 11 CH. De nombreuses nanoparticules ont diffusé une lumière de faible intensité, indiquant la présence de particules de matériau. Le contenant a eu un effet significatif sur le nombre et la taille des nanoparticules, indiquant l'implication de l'atmosphère et des processus de lessivage du contenant avec extraction de substances solubles à partir des matériaux utilisés

Conclusion

L'analyse par NTA a confirmé que les médicaments homéopathiques contiennent des nanoparticules d'une taille moyenne de 100 à 140 nm, présentes dans tous les échantillons dynamisés ou dilués, y compris les solvants dynamisés (à l'exception de l'eau pure non agitée), aux propriétés spécifiques, même diluées au-delà du nombre d'Avogadro.

Le nombre, la taille, la distribution granulométrique et l'indice de fluidité à chaud des NP ont

démontré que la dynamisation homéopathique ne se résume pas à une simple dilution. Les médicaments homéopathiques liquides dynamisés diffèrent des dilutions simples et de leurs solvants dynamisés, notamment pour les dynamisations les plus élevées, supérieures à 11 cH, par la présence de sous-populations de NP de taille et de brillance différentes.

L'analyse NTA permet de distinguer les dilutions de matières premières insolubles, nécessitant une trituration préalable, des substances directement solubles dans l'éthanol ou l'eau, même dans la gamme ultra-moléculaire de 11 à 30 cH. La matière première, le solvant utilisé, le type de contenant et la méthode de fabrication influencent les caractéristiques de ces NP.

Leur nature est inconnue, mais il s'agit très probablement d'un mélange de bulles sub-microscopiques, de complexes de nanobulles avec des éléments du verre et de l'atmosphère, et de nanoparticules de matières insolubles, notamment des carbonates. Les agrégats et les chaînes de nanoparticules sont plus abondants dans les dilutions élevées et les dilutions dynamisées.

La teneur en nanoparticules des médicaments homéopathiques liquides semble dépendre de la matière première, du type de contenant utilisé et de la méthode de production requise. Toutes les caractéristiques des nanoparticules ont été remarquablement préservées à des dilutions supérieures au nombre d'Avogadro.

Points essentiels

- Les particules présentes dans les médicaments homéopathiques aqueux peuvent être identifiées grâce à des mesures d'analyse de suivi des nanoparticules, même à des dilutions ultra-élevées.
- Une analyse discriminante entre la dilution simple et la dynamisation homéopathique est possible, prouvant que le processus de dynamisation homéopathique n'est pas une simple dilution. Au-delà de la limite d'Avogadro, les solutions homéopathiques ne peuvent être considérées comme de l'eau pure.
- Les matières premières solubles et insolubles présentent des structures de nanoparticules différentes.

Références : j'ai mis quelques références concernant les revues générales provenant d'équipes européennes dont j'ai suivi les travaux. La liste totale des références est dans l'article.

1. Klein SD, Würtenberger S, Wolf U, Baumgartner S, Tournier A. Physicochemical investigations of homeopathic preparations: asystematic review and bibliometric analysis— Part 1. *J Altern Complement Med* 2018;24:409–421
2. Tournier A, Klein SD, Würtenberger S, Wolf U, Baumgartner S. Physicochemical investigations of homeopathic preparations: a systematic review and bibliometric analysis— Part 2. *J Altern Complement Med* 2019;25:890–901
3. Tournier A, Würtenberger S, Klein SD, Baumgartner S. Physicochemical investigations of homeopathic preparations: a systematic review and bibliometric analysis—`
4. Demangeat J.L., Demangeat C., Gries P., Poitevin B., Constantinesco A.: *J. Med. Nucl. Biophys.* 1992 ;**16**, 135–145.
5. Demangeat JL, Gries P, Poitevin P, et al. Low-field NMR water proton longitudinal relaxation in ultrahighly diluted aqueous solutions of silica-lactose prepared in glass material for pharmaceutical use. *Appl Magn Reson* 2004;26:465–481
6. Baumgartner S, Wolf M, Skrabal P, et al. High-field ¹H T(1) and T(2) NMR relaxation time measurements of H₂O in homeopathic preparations of quartz, sulfur, and copper sulfate. *Naturwissenschaften* 2009;96:1079–1089
7. Demangeat JL. Water proton NMR relaxation revisited: ultrahighly diluted aqueous solutions beyond Avogadro's limit prepared by iterative centesimal dilution under shaking cannot be considered as pure solvent. *J Mol Liq* 2022;360:119500

8. Van Wassenhoven M, Goyens M, Henry M, Cumps J, Devos P. Verification of nuclear magnetic resonance of traditional homeopathically manufactured metal (Cuprum metallicum) and plant (Gelsemium sempervirens) medicines and controls. *Homeopathy* 2021;110:42–51
9. Esposito F, Wolf U, Baumgartner S. NMR relaxation time investigation of highly diluted aqueous solutions of silica-lactose. *J Mol Liq* 2021;227:115975
10. Van Wassenhoven M, Goyens M, Henry M, Capieaux E, Devos P. Nuclear Magnetic Resonance characterization of traditional homeopathically manufactured copper (Cuprum metallicum) and plant (Gelsemium sempervirens) medicines and controls. *Homeopathy* 2017;106:223–239
11. Demangeat JL. NMR relaxation evidence for solute-induced nanosized superstructures in ultramolecular aqueous dilutions of silica-lactose. *J Mol Liq* 2010;155:71–79
12. Demangeat JL. NMR water proton relaxation in unheated and heated ultrahigh aqueous dilutions of histamine: evidence for an air-dependent supramolecular organisation of water. *J Mol Liq* 2009;144:32–39
13. Demangeat JL. Gas nanobubbles and aqueous nanostructures: the crucial role of dynamization. *Homeopathy* 2015;104:101–115
14. Chikramane PS, Suresh AK, Bellare JR, Kane SG. Extreme homeopathic dilutions retain starting materials: a nanoparticulate perspective. *Homeopathy* 2010;99:231–242
15. Van Wassenhoven M, Goyens M, Dorfman P, Devos P. Particle characterisation of traditional homeopathically manufactured medicine Cuprum metallicum and controls. *Int J High Dilution Res* 2021;20:11–28
16. Van Wassenhoven M, Goyens M, Capieaux E, Devos P, Dorfman P. Nanoparticle characterisation of traditional homeopathically manufactured Cuprum metallicum and Gelsemium sempervirens medicines and controls. *Homeopathy* 2018;107:244–263
17. Montagnier L, Aïssa J, Ferris S, Montagnier JL, Lavallée C. Electromagnetic signals are produced by aqueous nanostructures derived from bacterial DNA sequences. *Interdiscip Sci* 2009;1:81–90
18. Elia V, Ausanio G, Gentile F, Germano R, Napoli E, Niccoli M. Experimental evidence of stable water nanostructures in extremely dilute solutions, at standard pressure and temperature. *Homeopathy* 2014;103:44–50
19. Chikramane PS, Kalita D, Suresh AK, Kane SG, Bellare JR. Why extreme dilutions reach non-zero asymptotes: a nanoparticulate hypothesis based on froth flotation. *Langmuir* 2012;28:15864–15875
20. Ives JA, Moffett JR, Arun P, et al. Enzyme stabilization by glass-derived silicates in glass-exposed aqueous solutions. *Homeopathy* 2010;99:15–24
21. Demangeat JL. Towards a rational insight into the paradox of homeopathy. *Adv Complement Altern Med* 2018;2:121–133

Bernard Poitevin