

Effets bactéricides des nitrates et des nitrites dans les viandes transformées

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 08.08.Q13

juin 2026

Didier MAJOU, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Mots clés : conservation

Les origines de l'utilisation des nitrates pour la conservation de la viande se perdent dans la nuit des temps : le salpêtre, ou nitre, était récolté dans la Chine et l'Inde bien avant l'ère chrétienne, tandis que le salpêtre mural $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ – sous forme d'efflorescence sur les parois des grottes, des étables et des vieux murs humides – était utilisé pour conserver la viande.

Les nitrates et le nitrite jouent un rôle déterminant dans les produits carnés salés, en leur conférant des propriétés sensorielles spécifiques (saveur unique, couleur rouge), une stabilité et des qualités d'hygiène. Le nitrite est reconnu pour ses effets bactériostatiques et bactéricides contre les bactéries pathogènes, telles que *Salmonella enterica enterica* Typhimurium, *Listeria monocytogenes* et *Clostridium botulinum*.

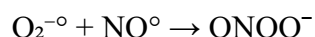
Le peroxynitrite, un agent biologique cytotoxique

L'action antimicrobienne du nitrite (NO_2^-) est attribuée à des réactions associées à la génération d'oxyde nitrique (NO°). Cependant, l'activité antimicrobienne du NO° dépend en grande partie de la formation de peroxynitrite (ONOO^-), qui est un effecteur clé dans le contrôle des infections par l'action des macrophages.

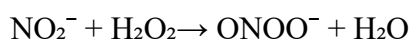
Le peroxynitrite (peroxyde réactif, mais de courte durée) est un oxydant puissant, capable de provoquer l'oxydation et la nitration des protéines, de l'ADN et des lipides, par des réactions oxydatives directes ou des mécanismes indirects médiés par des radicaux libres. Il est à la fois un oxydant et un nucléophile¹, et ces deux propriétés chimiques déterminent en grande partie ses actions biochimiques *in vivo*. À une température comprise entre 5 et 37 °C, le peroxynitrite a une constante d'acidité apparente, pKa, d'environ 6,8. La molécule protonée² est son acide conjugué, l'acide peroxynitreux (ONOOH), qui est également une espèce oxydante puissante *in vivo*.

Le peroxynitrite peut traverser les membranes cellulaires, soit par les canaux anioniques³, soit par diffusion passive des molécules anioniques et protonées, respectivement. Le coefficient de perméabilité est élevé, ce qui signifie que ONOOH est un oxydant hautement transportable et hautement réactif.

La formation du peroxynitrite se produit biologiquement selon deux voies différentes qui peuvent coexister en fonction de l'écosystème biochimique. La plus connue est la réaction de l'oxyde nitrique avec l'anion radical superoxyde ($\text{O}_2^{\cdot-}$) :



Une voie moins décrite, mais démontrée *in vivo*, est la génération de peroxynitrite lors de la réaction entre le nitrite (NO_2^-) et le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) :



¹ Espèce chimique attirée par les espèces chargées positivement.

² Ayant accepté un proton (H^+).

³ Protéines membranaires qui permettent le passage d'un ou plusieurs ions.

Nitrates et nitrites

Le nitrate (NO_3^-) est spécifiquement utilisé uniquement dans certaines conditions de salaison et pour certains produits cuits (jambons, rôtis, pâtés, saucisses cuites, saucissons cuits, rillettes, andouilles, andouillettes) où du nitrite doit être généré dans le produit sur de longues périodes ; son rôle est de servir de source de nitrite pour les réactions de salaison. Une étape de conversion du nitrate en nitrite réactif est ainsi nécessaire, et est réalisée par la réduction bactérienne du nitrate en nitrite. Elle peut être accomplie par la flore bactérienne naturellement présente dans la viande, ou par l'ajout intentionnel de micro-organismes ayant des propriétés de réduction du nitrate. Ces souches expriment des nitrate réductases⁴ dans des conditions anaérobies, notamment *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus plantarum*, les souches *Leuconostoc*, *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosus*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, etc. Chez ces bactéries, le nitrate est utilisé comme substrat pour la respiration anaérobie ; ces bactéries dénitrifiantes utilisent des composés azotés oxydés en l'absence d'oxygène comme accepteur terminal d'électrons.

Utilisations des nitrates et des nitrites

À travers leur présence dans l'eau, les sols et les végétaux, les nitrates se retrouvent de fait dans notre alimentation. Ils peuvent également être ajoutés intentionnellement dans les produits de charcuterie ou certains fromages sous forme d'additifs alimentaires (E251 et E252), représentant moins de 4 % de notre exposition totale aux nitrates toutes sources confondues.

Les nitrites proviennent de l'oxydation naturelle de l'azote par des microorganismes présents dans les plantes, les sols ou l'eau. Ils sont aussi des additifs alimentaires utilisés pour empêcher le développement de bactéries pathogènes⁵, comme *Salmonella* et *Listeria monocytogenes*, ainsi que la production de toxines, comme celles à l'origine du botulisme.

La présence des nitrites dans notre alimentation provient principalement de leur ajout intentionnel par les fabricants en tant qu'additifs alimentaires (E249 et E250) dans les produits de charcuterie. L'exposition aux nitrites en tant qu'additifs alimentaire représente environ la moitié de notre exposition totale aux nitrites. Ils peuvent également résulter de la conversion des nitrates en nitrites, aussi bien dans les aliments que dans l'organisme humain, après ingestion, sous l'effet de bactéries buccales.

Position des consommateurs

Les consommateurs recherchent désormais des aliments plus naturels, plus frais contenant moins de conservateurs, et cette demande pour des produits de haute qualité nutritionnelle est une tendance forte à long terme. Ainsi, l'utilisation de nitrites dans la salaison de la viande suscite l'inquiétude du public, car les nitrites peuvent être des précurseurs de nitrosamines, ou composés nitrosés, dont beaucoup sont connues pour être cancérigènes. En particulier, les nitrosamines volatiles, à partir d'amines secondaires stables et de nitrites. La formation de ces nitrosamines peut avoir lieu dans un milieu acide comme lors de la digestion humaine au niveau de l'estomac (pH inférieur à 3,5) ou dans des conditions de température élevée comme lors de la cuisson de certains aliments (fritures, grillades).

Afin de répondre à la fois aux attentes des consommateurs et aux contraintes de fabrication, il est essentiel de comprendre les mécanismes bactéricides et bactériostatiques de la conservation par les nitrates et les nitrites, afin de réduire ou d'éliminer leurs concentrations.

Dans cet objectif, le *Ministère chargé de l'agriculture* a confié à l'ACTIA et à deux instituts techniques agro-industriels spécialisés sur les viandes (ADIV et IFIP), en 2023, le plan gouvernemental *Réduction de l'utilisation des additifs nitrites et nitrates dans les aliments*, d'une durée de trois ans, dans l'objectif d'améliorer le code des usages de la charcuterie, de la salaison et des conserves de viandes, gamme de produits par gamme de produits. Cette démarche est uniquement française, par rapport aux autres pays européens.

⁴ Enzyme clé qui régule la chaîne de l'assimilation de l'azote

⁵ Qui engendre une maladie.

• **Ce qu'il faut retenir :**

Le nitrite joue un rôle important en tant qu'agent bactériostatique et bactéricide sur certaines espèces de bactéries. Ce rôle a différents degrés d'efficacité dans la prévention ou le contrôle de la multiplication de ces bactéries.

Cette activité est directement liée au niveau de stress oxydatif causé par le peroxy-nitrite ; ce stress oxydatif dépend des concentrations de nitrate et de nitrite. Leurs niveaux de concentration, leur production et leur cinétique de réaction dépendent également du pH, des taux de chlorure de sodium (NaCl) et d'ascorbate/érythorbate qui sont des accélérateurs des salaisons.

Des études sont en cours en France, gamme de produits par gamme de produits, pour réduire ou supprimer les concentrations en nitrite selon la viande transformée.

Pour en savoir plus

- Didier MAJOU & S. CHRISTIEANS : *Mechanisms of the bactericidal effects of nitrate and nitrite in cured meats*, Meat Science, 145:273-284, 2018.
- Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire : *Plan d'action Réduction des additifs nitrates/nitrites dans les aliments*, mars 2023.