



# Etat des lieux et perspectives d'un procédé de conservation combinant Hautes Pressions et Hautes Températures (HP-HT)

Par Nicolas LEHEBEL - Janvier 2025

## 1. Contexte d'actualité, problématique

Le procédé de fabrication des conserves utilisé pour les produits non acides impacte sur les qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit, du fait de l'application d'une température élevée (entre 105 et 130°C usuellement) pendant la durée nécessaire à appliquer une Valeur Stérilisatrice conférant la stabilité biologique aux produits : en général plusieurs dizaines de minutes, suivant les températures retenues.

Le traitement haute pression consiste à appliquer une haute pression (entre 3000 et 6000 bars dans l'industrie alimentaire) sur un produit, au moyen d'un liquide appelé fluide de pressurisation (généralement l'eau). L'effet des pressions élevées sur la matière est lié à des changements dans la conformation des molécules, leurs interactions, leurs réactions chimiques ou même des changements dans leurs états. Tous ces phénomènes expliquent l'impact du traitement à haute pression (HP) sur les protéines, les glucides, les lipides et, plus généralement, sur les bactéries.

**L'utilisation du procédé des hautes pressions couplé à une température élevée semble une piste intéressante pour utiliser la synergie de ces 2 procédés, notamment pour la destruction ou l'inhibition des spores bactérienne, à la fois thermo- et barorésistantes.**

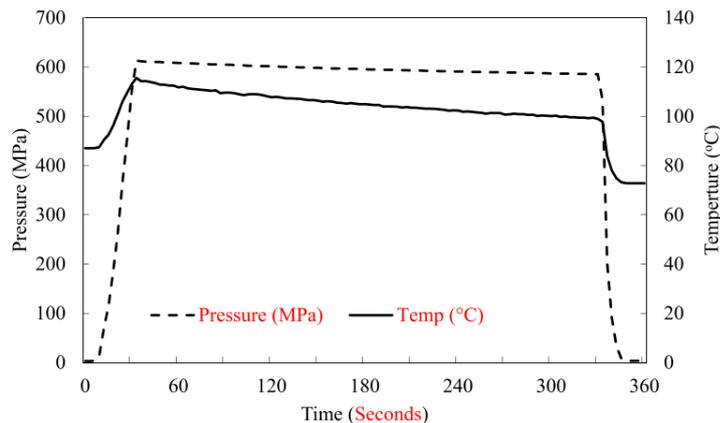
Ce procédé a déjà été testé à l'échelle pilote (en pasteurisation et en appertisation) mais se heurtait à la très grande complexité de pouvoir le transférer à un stade industriel. Les problématiques étant de pouvoir concevoir des enceintes hyperbares en mesure de coupler les hautes pressions et une température suffisamment élevée pour que la combinaison de ces 2 paramètres puisse permettre une destruction suffisante des micro-organismes assurant une conservation ambiante des produits. Très peu d'enceintes existent (qui se comptent sur les doigts de la main) avec des variations de températures peu compatibles à un déploiement industriel en toute sécurisation.

**La possibilité de lever ce frein technique sur des enceintes industrielles permettrait d'ouvrir la voie à un nouveau type de traitement low impact permettant de préserver les qualités sensorielles, organoleptiques et nutritionnelles de certains produits tout en assurant une conservation à température ambiante.**

## 2. Principe du procédé

Le principe de ce traitement est d'exposer dans une enceinte hyperbare préalablement chauffée un produit alimentaire conditionné dans un emballage à mémoire de forme, puis d'appliquer un traitement mixte associant une haute pression hydrostatique pendant une période de temps suffisante, visant un effet stérilisant minimal pour une stabilisation microbiologique à température ambiante.

Ce procédé HP-HT est un procédé visant à une appertisation assistée par haute pression dont un exemple de profil est illustré ci-dessous :



Exemple : après un préchauffage du produit (env. 80°C) et de l'enceinte, la pressurisation de la chambre à 6000 bars (soit 600 MPa) entraîne une élévation adiabatique de la température du produit jusqu'à 115 °C.

Puis, lors d'une phase de maintien de la pression de 5 min, la température chute lentement (env. 5°C).

Enfin, une chute rapide de la température lors de la dépressurisation.

Exemple profil d'un traitement HP-HT (Al-Ghamdi et al, 2020)

Ce procédé pourrait être une solution pour limiter les impacts sur la qualité du produit, tout en garantissant une destruction de la population microbienne végétative et sporulée. Ce procédé, de par son principe de fonctionnement, permet de diminuer le temps global du cycle de traitement thermique tout en restant à une température élevée : la génération/élimination adiabatique d'une partie de la chaleur *au cœur du produit* (aussi bien dans la phase de montée en température que dans la phase de refroidissement) se fait de façon instantanée par l'effet de compression/décompression adiabatique, dans la masse.

Le frein technique évoqué précédemment - *conception industrielle d'enceintes de traitement en mesure d'appliquer ce procédé en toute maîtrise et sécurisation* - fait l'objet de travaux récents et en cours. Une nouvelle approche dans la conception de tubes porte-échantillons à chauffage adiabatique, a été testé par le CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) dont le principe est de combiner au niveau du tube un insert constitué d'une association de 3 matériaux plastiques (HDPE-PP-PTFE). Cette association, multicouches de matériaux plastiques au niveau du tube porte-échantillons dans l'enceinte permet *a priori* de réaliser une compression adiabatique du tube générant la chaleur recherchée : l'association des matériaux étant pensé en fonction de leur compression spécifique, qui détermine la production adiabatique de chaleur : le PTFE en couche interne possède la compressibilité la plus faible, le PP une compressibilité équivalente à l'eau au cours du chauffage et le HDPE situé en périphérie une compressibilité supérieure à celle de l'eau (Knoerzer et al. 2017).

Ainsi, à terme, ce procédé pourrait ouvrir la voie à des traitements de produits conditionnés dans des contenants de plus gros volumes ou de produits fragiles. La conduction thermique au sein du produit ne serait plus le facteur limitant, rencontré habituellement dans le procédé d'appertisation pour des produits à chauffage purement conductifs, par exemple, tels que la plupart des plats cuisinés.

Vue extérieure du tube porte-échantillons, source Hyperbaric

Un prototype R&D (<https://www.youtube.com/watch?v=IYoRLSMA-TM>) a été développé par Hyperbaric (Espagne) avec des essais menés sur plusieurs matrices alimentaires.



### 3. Et le CTCPA

Il est envisagé de travailler sur ce procédé au sein du projet Solocal (au niveau du lot n°5 : *optimisation d'un procédé de conservation de soupes de légumes et identification expérimentale d'un procédé innovant à faible impact environnemental préservant les propriétés organoleptiques et nutritionnelles*).

Les travaux de recherche menés dans ce projet, avec l'appui scientifique d'Oniris, ont pour objectif d'investiguer par un état des lieux de l'existant et un travail actualisé de veille bibliographique approfondi les couplages de technologie les plus pertinents sur les matrices alimentaires cibles de SILL Entreprises. Pour ensuite se projeter sur des essais de couplages innovants, comme le couplage haute pression - haute température avec une application en simultané, voire en séquentiel des 2 traitements.

Pour ces travaux, une thèse Cifre a débuté en octobre 2024 avec l'arrivée de Solène Morin.

Parallèlement à ce projet, des essais R&D sur des produits pertinents, en adéquation avec ce procédé HP-HT innovant mais aussi coûteux et difficilement transférable industriellement à l'heure actuelle, pourraient être menés pour évaluer l'impact organoleptique comparativement à des procédés de conservation standards.

#### Résumé-graphique :

