



Guide détaillé sur le Conditionnement
sous Atmosphère modifiée

Solutions Freshline® de Conditionnement sous atmosphère modifiée pour l'industrie agroalimentaire

Bienvenue dans le Guide Air Products du Conditionnement sous atmosphère modifiée (MAP). Dans ce manuel, vous trouverez tout ce que vous devez savoir sur les méthodes les plus efficaces pour accroître la durée de conservation, préserver la qualité et améliorer le conditionnement de présentation.

Le MAP a déjà aidé de nombreux fabricants et préparateurs de l'industrie agroalimentaire à tirer parti de l'utilisation de mélanges de gaz, afin d'améliorer la durée de conservation et la présentation, dans de nombreux segments de l'agroalimentaire.

N'hésitez pas à vous adresser à l'un de nos spécialistes MAP au 0800 480 030 ou envoyez un e-mail à frinfo@airproducts.com

Ingédients

Pourquoi Air Products ?	2
Remerciements	4
Equipements et services Freshline® pour l'industrie agroalimentaire	5
Solutions Freshline® de conditionnement sous atmosphère modifiée	7
Qu'est-ce que le Conditionnement sous atmosphère modifiée	9
Pourquoi utiliser le MAP ?	9
Les gaz MAP - l'essentiel.....	11
Autres gaz	13
Qu'est-ce que la durée de conservation ?	14
Assurance Qualité/recommandations générales	19
L'analyse des risques et le point critique pour leur maîtrise (HACCP) - introduction	20
Analyse des gaz	24
Modes de fourniture des gaz	26
Les mélangeurs	28
Les matériaux MAP	30
Les structures de film les plus classiques et leurs utilisations	34
Les abréviations les plus courantes des matériaux pour le MAP	35
Le conditionnement actif et intelligent	36
Les concepts d'effets barrières actifs	37
L'équipement pour le MAP	38
Guide récapitulatif des mélanges de gaz MAP recommandés	41
Le guide des solutions Freshline®	42
Définitions et terminologie	82

Pourquoi Air Products ?

Le groupe compte de nombreux clients dans le domaine de la santé, des technologies, de l'énergie et des marchés industriels dans le monde entier. L'industrie de la transformation des aliments constitue l'un de nos principaux domaines d'expertise.

Fondés en 1940, nous sommes aujourd'hui universellement reconnus pour nos qualités d'innovation, notre excellence opérationnelle et notre attachement à la sécurité et à l'environnement.

Notre équipe d'experts se soucie de nos clients, les soutient et les aide à développer leurs activités avec de nouvelles solutions, en bâtissant des relations durables.



Air Products
Campus UAB
Matgas building
08193 Bellaterra
Barcelona, Spain
T +34 93 592 9955



Chez Air Products, nous travaillons en étroite collaboration avec les centres et instituts de recherche alimentaire de nombreux pays. En outre, nous disposons de notre propre centre R&D, au service de nos différentes entités Européennes, spécialisé dans le domaine de la conservation des aliments.

Grâce à ce laboratoire R&D, nos spécialistes MAP peuvent vous proposer de faire des essais et des tests de vos produits alimentaires afin de développer la solution la plus adaptée à vos exigences. Par ailleurs, nous travaillons en étroite collaboration avec les fournisseurs de machines et de matériels de conditionnements alimentaires afin d'identifier les gaz adéquats pour chaque aliment.

Remerciements pour leurs recherches

Air Products remercie chaleureusement pour les conseils, l'assistance et les informations fournies, l'IRTA et la Campden BRI.

IRTA – Research & Technology Food & Agriculture



L'IRTA est un institut de recherche appartenant au gouvernement de la Catalogne. Son objectif est de contribuer à la modernisation, à la compétitivité et au développement durable des secteurs de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de l'aquaculture, d'aider à fournir aux consommateurs des aliments sains et de qualité et, de façon générale, de contribuer à l'amélioration du bien-être de la population.

IRTA

Torre Marimon
08140 Caldes de Montbui
Barcelona
España
T. 902 789 449
irta.cat

L'IRTA et Air Products collaborent depuis 1996 sur la recherche et le développement, ainsi que sur le transfert de technologie dans des domaines liés à l'agro-alimentaire. En Avril 2013, les deux entités ont signé un accord cadre de collaboration afin de renforcer leur partenariat technique et scientifique et ainsi accroître leurs efforts pour développer ensemble des projets de recherche et de transfert de technologie dans le domaine agro-alimentaire.

Grâce à cette collaboration, il a notamment été possible de mettre en place un laboratoire agroalimentaire commun doté de matériel de pointe en matière de conservation des aliments : machines de conditionnement, équipement pour la transformation des aliments, appareils de caractérisation des aliments (propriétés sensorielles, etc.). C'est dans ce laboratoire que sont menés les tests internes concernant la conservation des aliments, l'anticipation des demandes du marché et les essais clients.

Campden BRI

La Campden BRI est le plus grand centre de recherche associatif d'Europe sur l'alimentaire et la boisson. Il offre le type de qualité d'assistance et de support technique que l'on est en droit d'attendre d'une organisation de classe mondiale. Il entreprend des recherches et des développements pour les nombreux secteurs liés aux services agroalimentaires en général mais aussi à l'agriculture, la production, la distribution et la revente de produits agroalimentaires et de boissons.

En tant qu'organisation indépendante, la Campden BRI est en mesure d'investir dans des technologies, des talents et des systèmes de management Qualité pour le bénéfice de la totalité des acteurs de l'alimentaire et de la boisson, et a obtenu la certification 9001 pour l'ensemble de ses activités au Royaume-Uni. De nombreux services techniques sont accrédités UKAS.



Campden BRI

Chipping Campden, Gloucestershire GL55 6LD

Tél. : +44(0)1386 842000

Fax : +44 (0)1386 842100

information@campdenbri.co.uk

campdenbri.co.uk

Remerciements

www.bslgastech.com

www.campdenbri.co.uk

www.emcopackaging.com

www.ilapak.com

www.ilpra.com

www.multivac.com

www.pbi-dansensor.com

www.proseal.com

www.reiser.com

www.sealedair.com

www.systechinstruments.com

www.ulmapackaging.com

www.wittgas.com



Equipements et services Freshline® pour l'industrie agroalimentaire

Air Products jouit d'une expérience inégalée dans les domaines du conditionnement sous atmosphère modifiée, de la réfrigération, du refroidissement, de la surgélation et du traitement des eaux usées.

En 1965, Air Products a participé à l'élaboration d'une technologie innovante à l'azote liquide pour une surgélation cryogénique ultra-rapide.

Depuis lors, Air Products n'a eu de cesse de fournir des gaz, des équipements de surgélation et de refroidissement au gaz et des services techniques de qualité aux industries agroalimentaires du monde entier. Nous nous appuyons sur des efforts de recherche et développement continus et sur une étroite collaboration avec vous pour élaborer des systèmes qui répondent spécifiquement à vos impératifs.

Pour en savoir plus sur la gamme étendue et flexible d'applications et d'équipements qu'Air Products a mise au point pour votre industrie, visitez notre site Web :

airproducts.fr/food
airproducts.be/fr/food

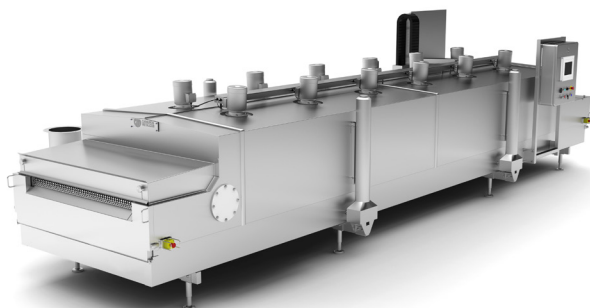
Qu'est-ce que la surgélation cryogénique ?

Les techniques de surgélation ont évolué au fil du temps et les systèmes traditionnels de surgélation mécanique ou les tunnels de surgélation rapide, qui restent les systèmes les plus largement utilisés, côtoient aujourd'hui des technologies plus récentes présentant plusieurs avantages sur leurs prédécesseurs. La surgélation cryogénique en fait partie. La surgélation cryogénique consiste à utiliser de l'azote liquide ou du dioxyde de carbone extrêmement froid pour congeler très rapidement différents types de produits.

Pourquoi utiliser la surgélation cryogénique ?

Pour la transformation industrielle des produits alimentaires, la surgélation cryogénique offre des avantages considérables, par exemple :

- Réduction considérable de la durée de surgélation
- Réduction de la taille des cristaux de glace
- Réduction de la perte de poids due à la déshydratation
- Réduction de la détérioration enzymatique et oxydative
- Augmentation du niveau de qualité et amélioration de la texture
- Amélioration de l'apparence et de la couleur
- Stabilité microbienne
- Souplesse de la production
- Investissement financier réduit
- Réduction de l'encombrement de l'équipement





Solutions Freshline® Superfresh

L'alliance de deux techniques de pointe, pour que les produits surgelés ou réfrigérés restent frais plus longtemps.

Grâce à des études scientifiques systématiques, l'équipe d'Air Products R&D a mis au point une méthode éprouvée qui optimise l'effet synergique de l'alliance de la surgélation cryogénique et du conditionnement sous atmosphère modifiée, afin de prolonger la durée de conservation de vos produits. Ces études ont démontré que cette méthode permet de retarder les différents effets de la détérioration des aliments après la décongélation.

Ce processus peut vous aider à :

- Pénétrer de nouveaux marchés
- Economiser en faisant face aux variations saisonnières ou aux contraintes d'approvisionnement
- Prolonger la durée de conservation de vos produits
- Réduire les déchets et à atteindre vos objectifs en matière de développement durable.

Ce procédé peut être appliqué à divers types de produits, qui peuvent ensuite être vendus frais ou congelés. En outre, lorsqu'ils sont décongelés dans de bonnes conditions, ce procédé permet d'apposer la mention « peut être recongelé » sur tous les produits qui ont été testés, jusqu'à la révision de cette brochure.

Solutions Freshline® de conditionnement sous atmosphère modifiée

France

T 0800 480 030

frinfo@airproducts.com

airproducts.fr/food

Belgique

T +32 (0)2 255 28 95

beinfo@airproducts.com

airproducts.be/fr/food

Les solutions Freshline® MAP sont plus qu'une gamme de gaz purs de qualité alimentaire : elles offrent à l'industrie un service complet donnant accès à des gaz, des services et des techniques traduisant le dévouement constant d'Air Products envers ses clients. Grâce à la gamme Freshline® MAP, vous pouvez bénéficier d'un sélecteur d'aliments en ligne, qui permet de s'assurer que producteurs et détaillants utilisent le mélange de gaz optimal pour leurs différents produits, mais aussi d'une équipe de spécialistes itinérants qui vous apportent directement conseils et analyses sur votre site.

Pour obtenir des conseils et des renseignements sur tous les aspects de MAP, contactez-nous.



Qu'est-ce que le Conditionnement sous atmosphère modifiée

Une fois qu'un fruit, un légume ou un produit animal est cueilli ou tué, il subsiste un environnement favorable aux bactéries qui continuent de fonctionner en utilisant l'hydrate de carbone, les protéines, le gras et les nutriments disponibles. Ce processus permanent entraîne une dégradation incluant des changements de couleur indésirables, une perte de saveur et de texture. L'action des enzymes contribue également à la dégradation des aliments.

Le Conditionnement sous atmosphère modifiée permet de prolonger la durée de conservation. Le MAP est un conditionnement alimentaire dans lequel l'air normalement respirable sur terre a été modifié d'une manière ou d'une autre.

Généralement combinée avec des températures abaissées, c'est une méthode extrêmement efficace pour prolonger la durée de conservation d'un produit. La durée de conservation peut être prolongée dans certaines applications en créant un simple vide dans le conditionnement (conditionnement sous vide) et dans ces cas-là, on note une absence quasi complète de gaz. Dans d'autres cas, des films perméables spéciaux permettent au produit de respirer et de former ainsi sa propre atmosphère sans l'addition de gaz extérieurs.

En Europe, le MAP met principalement en œuvre trois gaz — le dioxyde de carbone, l'azote et l'oxygène, même si certains autres gaz sont utilisés en accord avec les réglementations locales. Les produits sont conditionnés avec un gaz unique ou une combinaison de ces trois gaz, en fonction des propriétés physiques et chimiques de l'aliment.

Pourquoi utiliser le MAP ?

- Prolongation de la durée de conservation
- Réduction des pertes
- Qualité
- Augmentation des possibilités de distribution
- Réduction de la nécessité d'utiliser des conservateurs artificiels

Prolongation de la durée de conservation

Selon le produit, la durée de conservation peut être utilement allongée de 50 % à 500 % en utilisant les techniques MAP.

Réduction des pertes

Disposer d'une durée de conservation plus longue permet à un point de vente de gérer ses commandes de façon plus efficace et de réduire les pertes.

Qualité

Il y a un intérêt évident et qualitatif à disposer de produits alimentaires qui s'abîment moins vite pendant leur transport du point de production au point de vente et de ce dernier à la cuisine de la ménagère, au réfrigérateur ou au congélateur.

Augmentation des possibilités de distribution

L'introduction du MAP représente plus qu'un simple avantage supplémentaire quand on sait que l'extension de la durée de conservation du produit a permis une augmentation de sa distribution. Pour les producteurs, la possibilité d'élargir le périmètre de livraison (distribution) peut constituer une évolution très attrayante et ouvrir la porte au marché mondial.

Réduction de la nécessité d'utiliser des conservateurs artificiels

Dans un monde où les préoccupations sur l'écologie sont de plus en plus importantes, dans lequel chaque consommateur monte la garde pour protéger l'environnement, il y a des points à marquer pour un détaillant qui peut se passer du maximum d'additifs, apposer la mention « sans additif artificiel ni conservateurs » et prouver que ses produits alimentaires sont simplement frais et naturels.

Les gaz MAP - l'essentiel

La gamme Freshline® MAP est un ensemble de gaz, mélanges gazeux et services qui permettent d'offrir les avantages du MAP aux fabricants alimentaires et à leurs fournisseurs. Les gaz de qualité alimentaire Freshline® d'Air Products sont une gamme de gaz haute pureté générés sur site ou livrés soit sous forme liquide, soit sous forme gazeuse dans des bouteilles haute pression ou cadres de bouteilles, dont l'usage est exclusivement réservé à l'industrie alimentaire. Sélectionner le mélange adéquat de gaz pour le MAP ne se résume pas toujours à choisir une combinaison connue pour offrir la plus longue durée de conservation.

Le MAP de viande rouge a ainsi démontré que les détaillants devaient parfois peser le pour et le contre afin de tirer le meilleur résultat de cette technologie. Une fois qu'on a accepté le fait que, dans certains cas, cela a un sens économique de sacrifier un peu de durée de conservation pour améliorer l'aspect du produit, il est ensuite nécessaire d'établir quel mélange apportera le meilleur résultat pour chaque produit en particulier.



Les effets de chaque gaz sur les produits alimentaires sont les suivants :



Dioxyde de carbone (CO₂) (E 290)

Le dioxyde de carbone inhibe le développement de la plupart des bactéries aérobies et moisissures. D'une manière générale, plus le niveau de CO₂ est élevé, plus la durée de conservation est longue. Toutefois, le CO₂ étant facilement absorbé par les graisses et l'eau, la plupart des aliments absorberont le CO₂. Des niveaux excessifs de CO₂ en MAP peuvent entraîner une corruption du goût, un suintement et un affaissement de l'emballage. C'est pourquoi il est important de trouver un équilibre entre la durée de conservation du produit commercialement souhaitable et le seuil de tolérance des effets négatifs. Quand on utilise du CO₂ pour contrôler la croissance bactérienne et la moisissure, un minimum de 20 % est préconisé.

Azote (N₂) (E 941)

L'azote est un gaz inerte utilisé pour exclure l'air et en particulier l'oxygène. Il est également employé comme « gaz balance » pour combler les écarts dans un mélange gazeux et empêcher l'affaissement des emballages contenant des aliments gras à forte humidité, qui absorbent le dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Pour le conditionnement sous atmosphère modifiée des produits de grignotage secs, on utilise 100 % d'azote pour empêcher le rancissement par oxydation.

Oxygène (O₂) (E 948)

L'oxygène provoque une détérioration par oxydation des aliments et est nécessaire au développement des micro-organismes aérobies. On doit généralement éliminer l'oxygène, mais il y a souvent de bonnes raisons d'en conserver dans des quantités contrôlées, pour :

- Conserver une couleur fraîche et naturelle (dans le cas des viandes rouges par exemple)
- Permettre aux aliments de respirer (pour les fruits et légumes)
- Prévenir le développement d'organismes anaérobies (dans certains types de poissons et dans les légumes).

Remarque sur la sécurité

L'oxygène ne doit pas être utilisé dans des concentrations supérieures à 21 %, à moins que l'équipement de conditionnement ne soit adapté.

Argon (Ar) (E 938)

L'argon a les mêmes propriétés que l'azote. C'est un gaz chimiquement inerte, sans saveur et inodore qui est plus lourd que l'azote et n'affecte guère les micro-organismes. Il est réputé freiner l'activité des enzymes, le développement microbien et les réactions chimiques dégradantes (Rapport 125 de la R&D du CCFRA). Il peut cependant être utilisé dans une atmosphère modifiée pour remplacer l'azote dans la plupart des applications. Sa solubilité (deux fois supérieure à celle de l'azote) et certaines de ses caractéristiques moléculaires lui confèrent des propriétés particulières lorsqu'il est utilisé avec des légumes. Sous certaines conditions, il ralentit les réactions métaboliques et réduit la respiration.

Les travaux effectués par Air Products ont montré que l'argon possède certaines propriétés bénéfiques au procédé du MAP. Toutefois, les arguments plaidant en faveur du remplacement de l'azote par l'argon sont marginaux, en particulier si l'on prend en compte les coûts supplémentaires du gaz et de la tuyauterie connexe.

Autres gaz :

Gaz non autorisés comme additifs alimentaires pour le MAP, conformément au règlement de la commission européenne, directive N° 1130/2011

Monoxyde de carbone (CO)

Le monoxyde de carbone est un gaz toxique, incolore, inodore et inflammable. Il est stable jusqu'à 400°C en ce qui concerne sa décomposition en carbone et oxygène. Les résultats ont démontré que l'utilisation de monoxyde de carbone (CO) en MAP avec de hauts niveaux de CO₂ entraînait une durée de conservation rallongée avec préservation de la couleur rouge brillante des morceaux de viande rouge. L'utilisation du Monoxyde de carbone est interdit en Europe.

Ozone (O₃)

L'ozone est une forme instable d'oxygène qui a été retenue pour ses propriétés oxydantes et désinfectantes. Il ne peut être fourni en toute sécurité que jusqu'à une concentration de 15 % dans l'air ou l'oxygène, car il n'a qu'une demi-vie de 20 minutes dans de l'eau claire. L'un de ses atouts majeurs est qu'il se décompose en oxygène élémentaire inoffensif. Du fait de son instabilité, il est fabriqué sur place à partir d'air propre ou d'oxygène, à proximité de l'endroit où il sera utilisé.



Qu'est-ce que la durée de conservation d'un produit ?

La durée de conservation d'un produit est le laps de temps après la fabrication pendant lequel ce produit reste consommable. La fin de la durée de conservation du produit est donc le point à partir duquel il n'est plus consommable.

Selon une définition plus détaillée (IFST, 1993), la durée de conservation du produit correspond au temps pendant lequel l'aliment doit :

- Demeurer propre à la consommation
- Conserver les caractéristiques olfactives, chimiques, physiques et microbiennes souhaitées
- Etre en conformité avec la déclaration des données nutritionnelles de l'étiquette lors du stockage et de la manipulation dans les conditions recommandées

Qu'est-ce qui influence la durée de conservation du produit ?

La durée de conservation du produit est influencée par de nombreux aspects des bonnes pratiques de fabrication (GMP) et la formulation du produit, par exemple son pH (acidité), son niveau de sel ou son activité aqueuse et les conservateurs utilisés. C'est la combinaison de ces différents facteurs qui permet d'obtenir la stabilité : on appelle cela la technologie de conservation par combinaison de traitement, également connue sous le nom de technologie de « Hurdle ».

La durée de vie des produits dépend à la fois des caractéristiques intrinsèques des produits mais aussi des techniques de conservation. Afin d'établir correctement la durée de vie des produits, le producteur doit bien connaître le produit et savoir ce qui pourrait limiter sa durée de vie.



La durée de vie des aliments peut, en effet, varier selon ses spécificités mais aussi en fonction du type d'ingrédient cru, de formulation, de la croissance de micro-organismes, de changements chimiques, ou de l'activité enzymatique, et bien d'autres facteurs externes, parmi lesquels: la formulation du produit, le conditionnement, l'hygiène, la distribution, le stockage et la manipulation par le consommateur.

Une fois que le fabricant a identifié ce qui pouvait affecter la durée de vie du produit alimentaire, des études sont menées afin de déterminer la véritable durée de vie du produit.

Ces facteurs exercent leurs effets sur les paramètres microbiologiques, chimiques et physiques à l'intérieur de l'aliment, qui entraînent souvent une perte de sa qualité sensorielle. Le moment où ces effets jouent sur le produit au point que le changement devient apparent ou inacceptable s'appelle le point de non-retour. C'est le temps mis pour atteindre ce point final qui doit être déterminé lorsqu'on évalue la durée de conservation du produit. Le format de l'emballage a souvent une forte incidence sur la durée de conservation acceptable des produits frais. On doit également prendre en considération, notamment pour les produits multiportions ou portionnables, les effets de l'ouverture de l'emballage sur la durabilité du produit. Il peut être alors nécessaire de préciser une durée de conservation du type (« à consommer avant » / « meilleur avant ») avec des instructions claires sur l'emballage limitant le délai de consommation à partir de l'ouverture et donnant au consommateur, quand cela est nécessaire, des instructions de manipulation spécifiques.

Fin de la durée de conservation du produit

Pour la plupart des produits alimentaires frais, le point de non-retour dépend de facteurs multiples. Dans certains cas, le point de non-retour peut être déterminé par les niveaux de micro-organismes présents si l'on se réfère aux recommandations (HPA, 2009 ; IFST, 1999). Dans d'autres cas, la fin de conservation peut être déterminée par une détérioration sensorielle ou biochimique. L'importance accordée aux critères spécifiques de fin de conservation varie selon les produits et doit être définie durant le processus d'évaluation de la durée de conservation du produit.

Méthodes de test de la durée de conservation du produit

Il existe de nombreuses méthodes pour déterminer la durée de conservation de différents produits, parmi lesquelles on peut citer l'évaluation microbiologique, chimique ou sensorielle. Différents facteurs influent sur la fin de la durée de conservation en fonction du produit, de son emballage et de son environnement. Les tests sur la durée de conservation du produit peuvent être menés pendant son développement ou lors des tests de production, mais doivent toujours être effectués une fois que le stade de la production à grande échelle est atteint.

Les tests microbiologiques

Les types de produits et de mélanges gazeux employés influent sur la croissance de groupes spécifiques de micro-organismes. Conditionner un produit dans un environnement dépourvu d'oxygène permet aux organismes anaérobies de se développer alors que des produits emballés avec de l'oxygène favorisent la croissance de micro-organismes aérobies. Un prélèvement d'échantillon doit être effectué régulièrement pendant les tests de durée de conservation avec un minimum de 3 à 5 prélèvements par date d'échantillonnage et par format d'emballage.

Les tests biochimiques

On peut utiliser des colorimètres pour mesurer les changements de couleur de différents produits alimentaires. Un colorimètre est susceptible d'enregistrer des changements infimes qui échapperaient à l'œil humain. La chromatographie peut être utilisée pour mesurer les changements de composés volatils dans le produit alimentaire pendant son stockage. Les changements de contenu nutritionnel peuvent être évalués pendant la durée de conservation pour déterminer s'ils sont importants.

L'évaluation sensorielle

Il existe différentes manières de conduire des évaluations sensorielles sur des produits. On peut étudier l'apparence, l'odeur, la texture et le goût du produit pour déterminer la fin de sa durée de conservation. Des attributs propres à un produit particulier comme sa rugosité, son degré de fermentation, son caractère juteux, sa force, son acidité ou son humidité peuvent être étudiés par des testeurs aguerris.

Dégradation microbienne

Les micro-organismes ne se contentent pas de décolorer la nourriture, de la dégrader et de la rendre très désagréable à l'odeur et au goût, mais peuvent également présenter de graves dangers pour la santé publique.

Les micro-organismes présents dans un produit alimentaire proviennent soit des matériaux crus et des ingrédients utilisés, soit d'une contamination. Les moyens par lesquels ces micro-organismes contaminent les aliments sont variés et dépendent à la fois des organismes présents et du produit alimentaire qui leur sert de support. La capacité de ces organismes à se développer et à causer des dommages dépend des propriétés intrinsèques de la nourriture et de facteurs extrinsèques appliqués à la nourriture. Comme exemples de ces microbes, citons les espèces *Pseudomonas* et les *Acinetobacter*/*Moraxella* génératrices d'odeurs et de goûts, les espèces *Lactobacillus* et *Streptococcus*, sources d'aigreur et les *Escherichia coli* responsables de la formation de gaz. Les dégradations visibles d'origine microbienne peuvent revêtir différentes formes, parmi lesquelles la décoloration, la pigmentation, l'épaississement de la surface, un aspect trouble et la décomposition.

Altération chimique et biochimique

Quand un élément animal ou végétal est éloigné de ses sources naturelles d'énergie et de nutrition, des changements chimiques qui conduisent à une dégradation structurelle commencent à s'opérer. Ces changements peuvent être ralentis par les techniques MAP. Les graisses insaturées et les huiles ont par exemple tendance à s'associer à l'oxygène dans l'atmosphère. Dans certains aliments gras, l'oxydation peut entraîner un rancissement – un processus qui peut être ralenti avec des effets positifs si l'aliment est emballé dans une atmosphère à faible teneur en oxygène.



Quatre types de micro-organismes peuvent être contrôlés par MAP

Les bactéries, les levures et les moisissures ont des besoins respiratoires et métaboliques différents et peuvent être divisées en 4 types, en fonction des besoins en oxygène liés à leurs processus métaboliques et de croissance.

- **Les microbes aérobies** – ont besoin d'oxygène ou d'air pour respirer et se développer. Exemples : les espèces *Pseudomonas*, certains *Bacillus*, les espèces *Acinetobacter*/*Moraxella* *Micrococcus*, certaines levures et les moisissures. De ce fait, on peut exercer un contrôle relatif sur ces organismes en excluant l'oxygène de l'emballage.
- **Les microbes anaérobies** – n'ont pas besoin d'oxygène ou d'air pour se développer et bon nombre d'entre eux sont freinés ou tués par la présence de petites quantités d'oxygène. Exemples : les espèces *Clostridium*.
- **Les microbes micro-aérophiliques** – ont besoin de faibles doses d'oxygène pour un développement optimal. Certains d'entre eux réclament également des doses croissantes de dioxyde pour un développement optimal. Exemples : espèces *Campylobacter* et *Lactobacillus*.
- **Les microbes facultativement anaérobies** – peuvent respirer et se développer avec et sans présence d'air ou d'oxygène. Exemples : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria Monocytogènes*, les espèces *Brochothrix*, les *Salmonella*, les *Vibrio*, les levures de fermentation et certains *Bacillus*.

Les conditions minimales de développement des micro-organismes sélectionnés

Ce tableau énumère les espèces variées et indique les limites de survie et le développement approximatif, les différents autres facteurs étant dans des conditions optimales. Par exemple, les températures de développement minimum sont considérées pour un développement dans un environnement microbiologique optimal de pH neutre, à forte activité aqueuse.

Micro-organismes	pH minimum de croissance ¹	a _w minimum de croissance ²	Croissance anaérobie (par exemple en emballage sous vide)	Croissance minimum ¹ Temp. en °C
Aeromonas hydrophila	< 4,5 ³	0,97	Action	-0,1
Bacillus cereus	4,4	0,93	Action	4
Espèces Campylobacter	4,9	0,987	No ⁴	30,5
Clostridium botulinum Protéolytique A, B, F	4,6	0,94	Oui	10
non-protéolytique B, E, F	4,7	0,97	Oui	3,3
Clostridium perfringens	4,5	0,93	Action	12
Escherichia coli	4,4	0,935	Action	7-8
Bactérie acide lactique par exemple Lactobacillus	3,5	0,90	Action	4
Listeria monocytogenes	4,3	0,92	Action	-0,4
Espèces Pseudomonas	5,0	0,97	Non	0
Espèces Salmonella	3,8	0,92	Action	4
Espèces Shigella	4,8	0,96	Action	6
Staphylococcus aureus	4,0	0,83	Action	7
Vibrio parahaemolyticus	4,9	0,94	Action	5
Yersinia enterocolitica	4,4	0,96	Action	-1,3
Levures	1,5	0,62	Action	Levure rose -34
Moisissures	1,5	0,61	Non	Non spécifiée moisissures -12

Reproduit avec l'aimable permission du Campden BRI. Extrait du Guide N° 46 du Campden BRI. Evaluation de la durée de conservation des aliments réfrigérés (2004).

¹ Des caractéristiques de développement minimal sont indiquées pour chaque facteur quand les autres conditions sont optimales. En présence de plusieurs facteurs, il est probable que ces caractéristiques minimales changent. Ces chiffres n'ont qu'une valeur indicative et ne sont pas représentatifs de toutes les souches présentes dans toutes les catégories d'aliments.

² En utilisant du sel.

³ Pour les espèces Aeromonas.

⁴ Les micro-aérophilyques ont besoin de doses limitées d'oxygène pour se développer.



Assurance Qualité/recommandations générales

Hygiène alimentaire

Un contrôle rigoureux et systématique des pratiques d'hygiène est essentiel depuis la réception et le stockage des matières premières, jusqu'à la préparation, la mise sous atmosphère modifiée, le stockage, la distribution, la revente et la consommation finale. Des conditions d'hygiène strictes doivent être maintenues pour empêcher toute contamination croisée avec des micro-organismes qui empoisonneraient la nourriture.

Les entrepôts réfrigérés, les véhicules de livraison et les rayons doivent disposer d'une capacité de réfrigération suffisante pour maintenir les températures recommandées pour les aliments frais conditionnés sous atmosphère modifiée. Cette capacité de réfrigération doit pouvoir s'adapter à des conditions de températures ambiantes élevées et, le cas échéant, à des ouvertures de porte fréquentes.

Les entrepôts réfrigérés, les véhicules de livraison et les rayons sont conçus uniquement pour maintenir la température d'aliments déjà réfrigérés et ne permettent aucunement de réduire la température d'aliments improprement réfrigérés. La température de réfrigération propre à chaque lot de produit doit être vérifiée avant de le stocker, de le distribuer et de l'exposer à la vente. Un suivi attentif de la température pendant le stockage et la distribution est essentiel et doit faire partie du programme d'assurance qualité basé sur les principes d'analyse des risques et le concept de point critique de contrôle (HACCP).

La surveillance de la température, de l'air ambiant du produit et du produit proprement dit, est vivement recommandée. Ce suivi permet de veiller à ce que l'équipement de réfrigération fonctionne correctement. Si les températures enregistrées sortent du cadre établi, une mesure corrective doit être aussitôt prise.

Essais d'assurance Qualité

Les procédures d'assurance Qualité doivent être établies selon, et fondées sur, les principes HACCP. Cela implique l'emploi d'un personnel techniquement compétent, capable d'identifier les points critiques de contrôle du système, de mettre en place des options de contrôle et des procédures de surveillance appropriées pour ces points, et de faire appliquer la conformité. Pour de grands projets, il est préférable de faire appel pour cela à un Responsable Assurance Qualité en titre. Une approche institutionnelle impliquant l'ensemble du personnel, toutes disciplines confondues, est essentielle pour que le HACCP soit totalement efficace.



L'analyse des risques et le concept de point critique de contrôle - introduction

L'analyse des risques et le concept de point critique de contrôle (HACCP) ont été élaborés dans les années 1960, principalement par la société Pillsbury, pour assurer la salubrité des aliments fabriqués pour les astronautes. Elle se fonde sur une approche proactive préventive de toutes les étapes de la production alimentaire, stockage, distribution et revente compris. Cette approche est potentiellement beaucoup plus efficace pour garantir la sécurité alimentaire que les tests classiques sur le produit fini. Elle est devenue le système de management prédominant pour la sécurité alimentaire à l'échelle internationale. Elle constitue même une obligation légale dans de nombreux pays, particulièrement pour les poissons et la viande. Des systèmes s'appuyant sur le principe du HACCP ont été intégrés dans les directives de l'Union européenne sur l'hygiène alimentaire. De nouvelles réglementations de l'Union européenne sont entrées en vigueur le 1er janvier 2006. Elles rendent obligatoires les systèmes basés sur le HACCP pour toute l'industrie alimentaire à l'exception de la production primaire. Le HACCP est une obligation de base pour les standards alimentaires comme le BRC Global-Standard-Food.

Avant de développer un système HACCP, une société de l'industrie alimentaire doit avoir mis en place des programmes préalables efficaces, basés sur les Bonnes Pratiques de Fabrication et les Bonnes pratiques en matière d'hygiène. Ces programmes constitueront une base solide pour le HACCP et permettront de gérer le risque zéro en matière de risques alimentaires ainsi que les questions réglementaires, qualitatives et commerciales. Ils seront valables pour l'ensemble du site et pas seulement pour une étape du processus, les risques de sécurité alimentaire spécifiques étant gérés par le système HACCP. Les procédures préalables types incluent les procédures de nettoyage, les règles d'hygiène pour le personnel, le contrôle antiparasitaire et les procédures de maintenance. Des programmes préalables efficaces permettent de concentrer le système HACCP sur les risques de sécurité alimentaire importants, en particulier à des étapes critiques du processus.

Les conseils sur l'HACCP fournis par la Commission Codex Alimentarius dans ses textes sur les Bases de l'hygiène alimentaire sont largement utilisés. Le Codex définit sept principes qui doivent être respectés par les sociétés alimentaires qui élaborent et gèrent des systèmes HACCP.

Principes de la méthode HACCP

Principe 1	Conduire une analyse de risques. <i>Préparer un logigramme des étapes du processus. Identifier et lister les risques avec leurs causes et spécifier les éléments de mesure.</i>
Principe 2	Déterminer les points critiques de contrôle (CCP). <i>On peut utiliser un arbre de décision.</i>
Principe 3	Etablir les limites critiques <i>qui doivent être atteintes pour s'assurer que chaque CCP est sous contrôle.</i>
Principe 4	Etablir un système pour gérer le contrôle du CCP <i>en planifiant des tests ou des observations.</i>
Principe 5	Etablir l'action corrective à mener quand le suivi indique qu'un CCP n'est pas sous contrôle <i>ou qu'on est en train d'en perdre la maîtrise.</i>
Principe 6	Etablir des procédures de vérification pour confirmer que le HACCP fonctionne vraiment, <i>ce qui peut inclure des tests supplémentaires ad hoc tout comme une revue de détail.</i>
Principe 7	Etablir la documentation concernant l'ensemble des procédures et enregistrements appropriés pour ces principes et leur application.

Remarque : les indications figurant en italique ne sont pas issues des principes du HACCP tels que décrits dans le Codex Alimentarius, mais sont ajoutées ici comme des notes explicatives complémentaires.

Principales étapes de l'application

Le Codex fournit également des conseils sur la manière d'appliquer ces principes en respectant un certain nombre d'étapes clés. On y suggère 14 étapes clés :

Etape 1	Définir les termes de références / le champ d'étude
Etape 2	Sélectionner l'équipe HACCP
Etape 3	Décrire le produit
Etape 4	Identifier l'utilisation recherchée
Etape 5	Créer un organigramme
Etape 6	Vérifier l'organigramme sur site
Etape 7	Recenser les risques potentiels associés à chaque étape du processus, effectuer une analyse des risques et envisager les mesures de contrôle
Etape 8	Déterminer les points de contrôle critiques
Etape 9	Etablir les limites critiques pour chaque point de contrôle critique
Etape 10	Etablir un système de surveillance pour chaque point de contrôle critique
Etape 11	Etablir un plan d'action correctif
Etape 12	Effectuer une vérification incluant la validation
Etape 13	Examiner le système HACCP
Etape 14	Mettre en place la documentation et la conservation des enregistrements

Un fabricant alimentaire a besoin d'identifier et d'analyser les risques réalistes et potentiels à toutes les étapes de la fabrication, de la prise en charge des matières brutes à la dernière expédition. Les risques biologiques, chimiques et physiques correspondants doivent être étudiés le cas échéant. Il devra déterminer les mesures à employer pour contrôler les risques de sécurité alimentaire importants. Il définira les Points Critiques de Contrôle (CCP) en faisant preuve de jugement professionnel et en s'appuyant sur l'expérience. Il établira ensuite les limites critiques pour le contrôle des CCP et surveillera le tout à la bonne fréquence. Le fabricant développe ensuite un plan d'action correctif pour permettre une gestion efficace des cas où les limites critiques ne sont pas atteintes. Des procédures doivent également être mises en place pour garantir que les systèmes HACCP fonctionnent efficacement. Elles incluront une revue de détail. Enfin, la société doit préparer et utiliser les procédures et les enregistrements adaptés.

De nombreuses structures proposent des formations sur la façon de mettre au point, d'exploiter et d'auditer des systèmes HACCP ; nombre d'entre elles offrent des cours agréés par des organismes comme le Royal Institute of Public Health (RIPH, www.riph.org).

REFERENCES Anon. (2014) Food Hygiene Basic Texts (5e édition). Commission du Codex Alimentarius. Gaze, R. E. (Ed) (2003). *HACCP : A Practical Guide* (3e édition) Guide 42. Campden BRI.



Evaluation de la vulnérabilité

La sécurité alimentaire examine les « risques » de contamination accidentelle. La Food Defense identifie les « vulnérabilités » face à une contamination intentionnelle.

Une évaluation documentée des vulnérabilités doit être effectuée sur tous les aliments ou sur des groupes d'aliments crus pour permettre d'évaluer le risque d'adultération ou de substitution.

L'évaluation de la vulnérabilité est le processus d'identification, de quantification et de hiérarchisation des vulnérabilités d'un système. En procédant à une évaluation de la vulnérabilité d'une installation ou d'un procédé de production alimentaire, les points les plus vulnérables dans l'infrastructure peuvent être identifiés. Les ressources peuvent être concentrées sur les points les plus vulnérables pour réduire la menace d'une contamination intentionnelle.

Plusieurs points clés doivent être pris en considération, notamment l'historique des preuves d'adultération ou de substitution, les facteurs économiques qui rendent l'adultération ou la substitution intéressantes, le degré d'élaboration des tests de routine menés pour identifier les adultérants, la nature des matières premières et la facilité d'accès à la matière première dans la chaîne d'approvisionnement.

Après l'évaluation de la vulnérabilité, lorsque des opérations ont été identifiées comme vulnérables, des stratégies d'atténuation peuvent être appliquées comme mesures préventives tout au long de la chaîne d'approvisionnement pour garantir que les aliments produits sont sûrs. *Food Safety Modernization Act (FSMA), section 106*. BRC Global Standard Issue 7 - Clause 5.4.2





Analyse des gaz

Il est important de s'assurer que le mélange de gaz approprié a été utilisé dans des emballages sous atmosphère modifiée de façon à atteindre la durée de conservation du produit prévue. C'est pourquoi une analyse régulière des gaz des emballages sous atmosphère modifiée doit figurer dans les programmes d'assurance Qualité. L'analyse des gaz contenus dans les emballages sous atmosphère modifiée peut permettre d'identifier un défaut de l'intégrité du scellement (cf page 30), des matériaux MAP, de l'équipement ou des mélanges gazeux avant la mise sous atmosphère modifiée. Une mesure corrective doit être prise dès que l'analyse des gaz des emballages sous atmosphère modifiée montre que la composition gazeuse sort des limites tolérées. La surveillance de ces gaz est généralement menée à partir de deux points :

Mesures en ligne

Des analyseurs en ligne sont installés sur l'équipement pour surveiller de façon constante les niveaux de gaz pendant l'envoi des gaz et avant la soudure à chaud. Les installations équipées de ces analyseurs peuvent s'arrêter automatiquement si le mélange de gaz sort des seuils de tolérance préétablis.

Mesure par lot

Un échantillon de produit emballé est périodiquement prélevé sur la ligne pour mesurer la concentration de chaque gaz à l'intérieur de l'emballage. On procède généralement par insertion d'une aiguille dans l'emballage pour aspirer un échantillon de gaz vers l'analyseur.

Le saviez-vous ?

Les experts MAP d'Air Products se déplacent avec des analyseurs de gaz pour effectuer les essais sur site et dispenser des conseils sur les applications et tous les aspects du MAP.



Équipement

L'analyse des gaz dans les emballages sous atmosphère modifiée comprend la détection et la mesure de l'oxygène et du dioxyde de carbone avec l'azote comme gaz balance, déduit par différence. La plupart des instruments employés pour réaliser ces mesures utilisent un système de prélèvement par pompe pour aspirer l'échantillon de gaz à travers une sonde insérée dans l'emballage. Les capteurs utilisés pour mesurer l'oxygène sont de type oxyde de zirconium, piles à combustible électrochimiques et paramagnétique. Le type de capteur le plus utilisé pour mesurer l'oxygène est l'oxyde de zirconium, car il est non destructeur et offre des temps de réponse rapides et précis pour les mesures d'oxygène à niveau faible et élevé. Pour les instruments peu onéreux fonctionnant sur batterie, on utilise des piles à combustibles électrochimiques pour mesurer l'oxygène. Cela présente un inconvénient : le capteur se dégrade avec le temps et ne répond plus aussi vite ou avec autant de précision que le capteur au zirconium.

Pour mesurer le CO₂, on utilise soit des capteurs infrarouges, soit des capteurs à conductivité thermique. Les capteurs infrarouges sont spécifiques au gaz et réclament plus d'entretien que les capteurs à conductivité thermique. Ces derniers ne sont pas spécifiques au gaz, car ils ne sont pas exposés à la dégradation qui peut se produire avec les sources de lumière des capteurs infrarouges. Les analyseurs disponibles sur le marché comprennent des versions de table, transportables ou portables fonctionnant sur batterie, le choix de l'instrument dépendant de l'environnement de l'usine et du type de capteur de gaz utilisé.

L'étalonnage de ces instruments est en général effectué par des opérateurs utilisant des gaz standard. Certains modèles comportent par ailleurs une option d'étalonnage automatique qui évite aux utilisateurs d'avoir à étalonner eux-mêmes leurs instruments. Parmi les options généralement proposées pour aider le personnel Assurance

Qualité à analyser les relevés de gaz, on peut citer des réglages d'alarme, une imprimante, des systèmes de consignation et de téléchargement des données qui permettent d'importer des relevés dans des tableaux.



Modes de fourniture des gaz

Il existe une grande variété de gaz de qualité alimentaire purs ou de mélanges gazeux pour les nombreuses applications du MAP. La taille et la nature de l'opération de MAP a tendance à dicter le type de système d'approvisionnement utilisé.



Bouteilles standard Freshline®

Les bouteilles individuelles standard offrent un mode d'approvisionnement polyvalent et peu onéreux aux utilisateurs de petits et moyens volumes. Elles sont disponibles sous forme de bouteilles de gaz prémélangés, ou de gaz purs utilisés seuls ou mélangés à d'autres gaz sur site. Pour les clients qui utilisent un nombre important de bouteilles individuelles et qui disposent d'un chariot élévateur à fourche, le choix d'un pack de bouteilles représente une économie dans la gestion des bouteilles.

Bouteille Freshline® Plus

Spécialement conçue pour offrir de nouvelles normes d'hygiène et de sécurité

La bouteille Air Products Freshline® Plus est la première bouteille conçue pour réduire autant que possible le risque de contamination lors de l'entrée dans votre environnement de production alimentaire. Chaque bouteille est équipée d'un filtre bactérien intégré et protégée par un revêtement antimicrobien fourni par BioCote®.

La bouteille est équipée d'un filtre antimicrobien fritté de 0,2 microns pour une meilleure protection et une sécurité accrue. Air Products établit actuellement de nouvelles normes d'hygiène et de sécurité dans l'environnement du conditionnement alimentaire.

Notre objectif est de vous offrir la garantie d'une pureté optimale du gaz introduit dans votre environnement de conditionnement alimentaire, pour votre tranquillité d'esprit.



Solutions CryoEase®

Un mode de fourniture très fiable et présentant un bon rapport qualité/prix, qui constitue une alternative aux bouteilles.

Fonctionnant avec des petits camions-citernes et des stockages sur site, les solutions CryoEase® offrent les avantages d'une fourniture vrac aux clients dont la consommation est inférieure aux volumes habituellement livrés en vrac et elles sont disponibles dans plusieurs formats.

Solutions de livraison en vrac

Pour la majorité des clients consommant régulièrement une quantité importante de gaz, la fourniture et le stockage du gaz sous forme liquide en vrac est le mode de fourniture le plus économique et le plus pratique. Le gaz liquéfié est livré régulièrement au client dans une citerne de stockage fixe sur son site. Des systèmes télémétriques peuvent être installés afin d'alerter Air Products lorsque les citernes doivent être remplies.

Génération de gaz sur site PRISM®

Lorsque les volumes de gaz nécessaires sont très élevés, la solution la plus rentable est le système PRISM® de génération de gaz sur site.

Le système PRISM® est généralement installé sur votre site de production avec un conduit dédié qui distribue le gaz directement aux points d'utilisation.

Différentes solutions de génération de gaz sur site sont proposées, en fonction de vos exigences en matière de pureté du gaz, de pression, de volume et de débit.



Mélangeurs

Le mode de fourniture des gaz Freshline® d'Air Products est conçu sur mesure pour répondre au profil et à la situation de chaque client, et les mélangeurs de gaz sont disponibles dans un vaste éventail d'options correspondantes. La conception et le choix d'un mélangeur de gaz sont déterminés par le client et les aspects économiques liés à la fourniture.

Pour les sociétés alimentaires qui emballent des gammes de produits similaires, il peut être intéressant d'utiliser des mélangeurs préréglés. Ces unités sont disponibles avec divers débits. Les avantages de cette installation sont les suivants :

- Fourniture économique de mélanges gazeux de qualité alimentaire
- Installation simple de l'équipement à l'extérieur
- Système simple de canalisations à l'intérieur
- Mélange infalsifiable pour protéger le processus et le contrôle qualité
- Maintenance réduite de l'équipement





Pour les sociétés alimentaires qui conditionnent une gamme de produits variés et qui sont amenées à utiliser un ensemble complexe de machines à emballer avec de fréquents changements de produits, il peut être avantageux d'utiliser un mélangeur de gaz à taux variable. Ces derniers sont disponibles avec différents débits pour répondre aux demandes classiques en matière de gaz MAP avec des combinaisons de deux ou trois gaz.

Les avantages associés à ce type d'installation sont :

- Souplesse de la fourniture de mélanges gazeux de qualité alimentaire
- Mobilité des équipements
- Possibilité de modifier la composition du mélange de gaz en fonction des exigences de la production

Certains mélangeurs de gaz sont dotés d'une alarme qui signale les défauts de fourniture de gaz, nécessitant ainsi une connexion électrique. Dans certains cas, les mélangeurs ont besoin d'être équipés d'une cuve tampon, dont la taille dépend du type et du débit de la machine à emballer. Pour plus de détails sur les types et les tailles des équipements destinés à l'industrie alimentaire, contactez les entreprises de la page Remerciements.

A une époque où l'examen des coûts est permanent, l'industrie doit trouver des moyens de produire des matériaux meilleurs marchés. Finalement, le coût d'un matériau ne peut être évalué que lorsqu'on a également pris en compte l'efficacité de la ligne. Si l'on réduit les coûts de l'opération d'emballage, les matériaux choisis sont parfois tout juste capables de réaliser les performances standard minimales. Dans un tel contexte, où il n'y a pas de marge d'erreur, le moindre grain de sable, comme un opérateur inexpérimenté par exemple, conduit à l'échec. C'est pourquoi le matériau ne peut être considéré d'un bon rapport qualité/prix que si tous les échecs et les rejets ont été pris en compte. Chaque réemballage occasionne en effet le gaspillage d'une partie ou de l'ensemble des éléments suivants : produit, film, gaz, étiquette, travail et des frais généraux.

Matériaux MAP

Il existe une large palette de matériaux d'emballage pour le MAP. Pour faire son choix, il convient de prendre en considération les éléments suivants :

Le format d'emballage

- Sachet (poche)
- Flowpack (horizontal ou vertical)
- Barquette
- Thermoformage

Les taux de transmission des gaz et leurs propriétés de barrière

Le choix des films pour le MAP est largement déterminé par leur taux de transmission des gaz et des vapeurs d'eau. Des matériaux comme le polyester (PET), le nylon (PA), le chlorure de polyvinyle (PVC) et le copolymère d'alcool vinyl éthylène (EVOH) font efficacement barrière au gaz, mais constituent bien souvent de faibles barrières à la vapeur d'eau.

Propriétés de barrières à la vapeur d'eau et aux arômes

Le polythène, le polypropylène et l'acétate de vinyl éthylène ont des taux de transmission des gaz trop élevés pour maintenir un mélange gazeux donné ou le vide assez longtemps pour garantir une durée de conservation adéquate pour la plupart des produits. Ils ont cependant un effet barrière actif sur la vapeur d'eau et empêchent donc les produits de se dessécher, ou au contraire les produits secs de moisir.

Etanchéité à chaud

Il est important de sceller hermétiquement pour éviter les fuites et veiller à ce que le mélange gazeux soit maintenu à l'intérieur de l'emballage. Les couches de scellage types sont en LDPE, PP, EVA, Metallocine et Surtlyn (marques déposées Dupont).

Solidité et qualité du scellage

Elles sont dictées par la température, la pression et le temps d'application. Il est donc nécessaire de sélectionner un matériau dont les performances se situeront dans les limites des paramètres du cycle de scellage et de la vitesse de la ligne définis. La compatibilité des matériaux scellés ensemble est également essentielle pour garantir l'intégrité et les caractéristiques souhaitées (exemple : pelable ou permanent).



Transparence

Un revêtement antibuée appliqué sur le tissu de surface ou un matériau antibuée ajouté aux matériaux pendant l'extrusion empêche la formation de gouttelettes d'eau sur la surface interne de l'emballage, permettant ainsi au produit de rester clairement visible. Le choix du matériau lui-même peut également affecter la présentation de l'emballage en fonction de sa clarté et de son brillant.

Thermoformabilité

Les matériaux peuvent être thermoformés pour produire, soit des barquettes rigides pour fermetures ultérieures par films protecteurs ou couvercles, soit des poches semi-rigides/souples pour une application fromage remplissage et scellage sur la ligne.

En général, les matériaux dans les applications rigides ont un effet barrière aux gaz relativement faible lorsqu'ils sont de faible épaisseur. En revanche, l'épaisseur nécessaire pour donner une rigidité satisfaisante à l'emballage augmente les effets barrière aux gaz jusqu'à un niveau acceptable pour beaucoup d'applications. Comme l'épaisseur de la poche ou de la barquette thermoformée a un lien direct avec ses propriétés barrière, il est essentiel de prendre en compte la conception de l'outil de formage, les caractéristiques mécaniques et thermiques du matériau et l'épaisseur du film lorsqu'on choisit un matériau. On peut ajouter ultérieurement d'autres éléments barrière dans la structure, comme l'EVOH pour contribuer à allonger encore la durée de conservation du produit.



Types de films

Les films habituellement utilisés comme matériaux de protection ou pour produire des emballages sur des thermoformeuses-scelleuses-emplisseuses, horizontales ou verticales, sont des matériaux multicouches qui dépendent de l'aliment à conditionner: PP, PET, EVOH, PE, etc...

Des bases en tissus ou des barquettes préformées sont souvent fabriquées à partir de PP, ou de laminés de PET ou de PE.

- **Laminés** — Deux couches ou plus de matériaux laminés par la chaleur, de l'adhésif ou une couche de liaison.
- **Coextrudés** — Deux couches ou plus de matériaux extrudés en même temps.

Chaque procédé offrant des atouts et des caractéristiques qui lui sont propres, il peut s'avérer très utile de consulter un fournisseur de films de qualité pour effectuer la sélection la mieux adaptée.

- **Films semi-perméables et perméables** — Pour les légumes et fruits frais, on utilise souvent des films plutôt très perméables afin qu'une atmosphère modifiée équilibrée se crée en laissant les produits respirer. Les films comme l'EVA ou le PVC plastifié ont des taux de transmission des gaz élevés. Un autre moyen d'atteindre ces taux de transmission élevés consiste à produire des films dotés de microperforations qui ont des niveaux élevés mais raisonnables de perméabilité. En adaptant la taille et le nombre des perforations au taux de respiration du produit, on peut fabriquer un film adapté à la plupart des applications.
- **Applications spécialistes** — L'utilisation croissante des micro-ondes conduit à une utilisation croissante des barquettes PP et des films protecteurs à base de PP. Ce type de film peut également être utilisé quand un type de traitement à chaud est nécessaire, par exemple la pasteurisation ou la stérilisation.





La cuisson vapeur au four micro-ondes en utilisant des PP ou des coextrusions de PP, des barquettes APET ou polycarbonate, est possible avec différents types de couverture ventilée. Ces couvertures peuvent inclure des technologies, soit dans le film, soit dans des étiquettes ou valves qui relâchent la pression accumulée à un certain point.

L'utilisation de capteur diélectrique dans les films permet de créer un « effet four » dans le micro-ondes. L'énergie du micro-ondes est convertie par le capteur en chaleur radiante pour donner à un produit tel que du pain ou une pâtisserie, du croustillant / un aspect doré. Des enrobages spéciaux sont également disponibles pour accentuer cet effet.

Des barquettes préformées sont également proposées sous forme de CPET, de feuille d'aluminium et de carton à four, offrant la possibilité aux consommateurs d'utiliser les deux types de fours.

L'intégrité du scellage et essai d'étanchéité

L'intégrité de la soudure des emballages sous atmosphère modifiée est un point critique de contrôle dans la mesure où elle détermine si un emballage sous atmosphère modifiée est sensible ou pas à une contamination microbienne externe et à la dilution dans l'air du mélange gazeux qu'il renferme. Les conditions de soudure doivent être spécifiées en fonction de la combinaison particulière de l'équipement et des matériaux MAP pour permettre d'obtenir une soudure hermétique de la qualité spécifiée. Les vérifications essentielles pour la soudure à chaud doivent inclure l'alignement correct des têtes de soudure ou des pinces, le temps d'application, la température, la pression et la vitesse de la machine. On doit faire très attention à ce que la zone de scellage ne soit pas contaminée par le produit, des coulures de ce dernier ou de l'humidité, au risque de voir l'intégrité de la soudure diminuée. On doit également inspecter de façon régulière l'intégrité des emballages sous atmosphère modifiée. Il existe de nombreux types d'équipement pour les essais d'étanchéité, allant des chambres remplies d'eau sans utilisation de gaz traceurs, aux détecteurs de CO₂ sur la ligne. Des tests d'intégrité du scellage peuvent être destructifs ou non.



Les fournisseurs de matériaux MAP et nos spécialistes du MAP peuvent également donner des conseils complémentaires.

Les structures de film les plus classiques et leurs utilisations

Structure	Marchés										
	Blisters et barquettes thermoformés	MAP	Emballage à chaud	Aliments réfrigérés	Aliments surgelés	Pasteurisation	Stérilisation	Micro-ondable	Utilisable en four classique comme au micro-ondes	Impression	Lamination
APET	•									•	•
APET/PE	•	•		•							
APET/EVOH/PE	•	•		•							
PC/APET/PC	•		•	•	•	•		•	•		
CPET	•		•	•	•	•		•	•		
APET/PETBlend/APET	•									•	•
PS/PE	•			•	•					•	
PS/EVOH/PE	•	•	•	•	•	•				•	
PS/PETG	•			•	•					•	
PP/PE	•	•	•	•		•		•		•	
PP/EVOH/PE	•	•	•	•		•		•		•	
PP/EVOH/PP	•	•	•	•		•	•	•		•	
EPP/EVOH/PE	•	•	•	•	•	•		•			
PP/PA/PE	•	•	•	•		•		•		•	
PP/PA/PP	•	•	•	•		•	•	•		•	
PETBlend	•			•	•						
PETBlend/PE	•	•		•	•						
PETBlend/EVOH/PE	•	•		•	•						
EPETBlend/PE	•	•		•	•						
EPETBlend/EVOH/PE	•	•		•	•						
PVC	•						•			•	•
PVC/PE	•	•	•	•	•		•			•	
PVC/EVOH/PE	•	•	•	•	•		•			•	

Les abréviations les plus courantes des matériaux pour le MAP

ABS	Acrylonitrile butadiene styrene
Al	Aluminium
APET	Polyester amorphe
AlOX	Oxyde d'aluminium
CPET	Polyester cristallin
EPP	Polypropylène expansé
EPS	Polystyrène expansé
EVA	Acétate vinyl éthylène
EVOH	Copolymère d'alcool vinyl éthylène
HDPE	Polyéthylène haute densité
HIPS	Polystyrène fort impact
LDPE	Polyéthylène faible densité
LLDPE	Polyéthylène linéaire faible densité
MOPP	Polypropylène orienté métallisé
MP	Film micro perforé
MPET	Polyester métallisé
MPOR	Film microporeux
OPA	Polyamide orienté (nylon)
OPP	Polypropylène orienté
OPS	Polystyrène orienté
PA	Polyamide (nylon)
PC	Polycarbonate
PE	Polyéthylène
PET-P	Polyéthylène téréphtalate (nom usuel : polyester)
PLA	Acide polylactique
PP	Polypropylène
PS	Polystyrène
PSHT	Polystyrène haute température
PVC	Chlorure de polyvinyle
PVdC	Chlorure de polyvinylidène
UPVC	Chlorure de polyvinyle non plastifié



Conditionnement actif et intelligent

On peut définir le concept de conditionnement actif comme un concept de conditionnement qui change la condition du produit emballé pour :

- Prolonger la durée de conservation du produit
- Augmenter la sécurité
- Améliorer les propriétés sensorielles

.. tout en maintenant la qualité de la nourriture.

Les conditions de l'aliment emballé sont physiologiques (par exemple, la respiration des légumes), physiques (par exemple, la dessiccation), chimiques (par exemple, l'oxydation lipidique). On prend également en compte l'infestation (les insectes) ou les états microbiologiques (par exemple, la détérioration bactérienne, les bactéries qui produisent des toxines).

On peut donc conclure que le conditionnement actif n'est pas une technologie comme le MAP, mais un ensemble de technologies utilisées en réponse à des problèmes spécifiques.

Les concepts de conditionnement actif peuvent être divisés en trois grandes catégories :

- Les concepts de désoxydation active
- Les concepts de perméabilité sélective active
- Les autres concepts de conditionnement actif

Les concepts d'effet barrière actif

Désoxydants

La suppression et le contrôle de l'oxygène à l'intérieur de l'emballage et dans les solutions alimentaires ou les boissons sont depuis longtemps un objectif pour les techniciens alimentaires. Au cours des dix dernières années, l'application du vide et du MAP a réussi à améliorer la durée de conservation et la qualité des aliments. Cependant, une détérioration aérobie peut toujours se produire en raison de la présence d'oxygène résiduel dans l'espace resté vide de l'emballage. Ce résidu d'oxygène peut être dû à :

- Une perméabilité à l'oxygène du matériau d'emballage
- De petites fuites causées par une soudure défailante
- De l'air renfermé par l'aliment
- Une évacuation et/ou un flashage inappropriés d'un gaz

Les désoxydants peuvent être utilisés dans les matériaux de conditionnement de différentes manières, comme :

- Les sachets et les étiquettes contenant des composants désoxydants
- Des fermetures, principalement utilisées pour les bouteilles de bière en plastiques
- Des films désoxydants





Les systèmes d'élimination d'oxygène sont de loin le type de conditionnement actif le plus important d'un point de vue commercial. Ils sont sur le marché depuis 1976.

Les systèmes désoxydants peuvent être utilisés dans beaucoup d'applications y compris la bière, les produits de boucherie, le pain, les produits de grignotage et bien d'autres encore. On a démontré ces dernières années que les systèmes désoxydants ont une action positive sur la qualité alimentaire et qu'ils peuvent allonger la durée de conservation d'un produit. Ils ont les effets (souhaités) suivants :

- Protection contre le développement de moisissures et levures
- Protection contre le développement de micro-organismes aérobies
- Protection contre l'oxydation lipidique
- Protection contre la décoloration
- Protection contre la perte de goût et d'arôme
- Protection contre la perte des éléments nutritifs



Parmi les autres technologies de conditionnement actif et intelligent, on peut citer :

Emetteur d'O₂ / absorbeur de CO₂

Ils sont employés pour maintenir une atmosphère prédéterminée dans un emballage à atmosphère modifiée (CA) à haut niveau d'oxygène pour les produits frais entiers et préparés, en vue de garantir le niveau de qualité et de prolonger la durée de conservation.

Absorbeurs d'humidité

Ils sont employés, comme tampons ou sachets, presque exclusivement pour absorber l'eau libre générée par les pertes d'exsudat dans les produits frais comme la viande, le poisson, les fruits préparés et les fruits fragiles entiers.

Absorbeurs et émetteurs de CO₂

Les deux peuvent être employés dans le CA et les produits MAP classiques pour maintenir ou aider à obtenir une atmosphère prédéterminée dans l'emballage afin de prolonger la durée de conservation tout en préservant la qualité du produit

Les développements futurs comprennent :

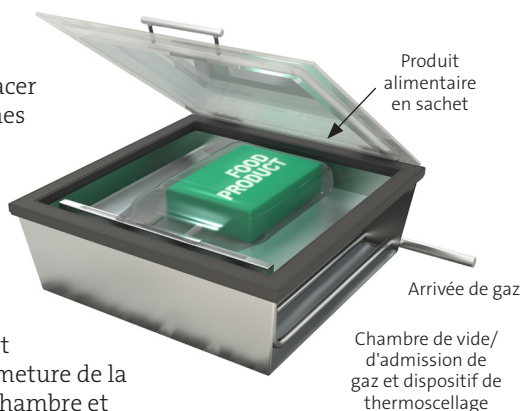
- Des indicateurs de dégradation de l'aliment
- Des étiquettes indiquant la température

Machines de conditionnement sous atmosphère modifiée (MAP)

Chambres sous vide (VC)

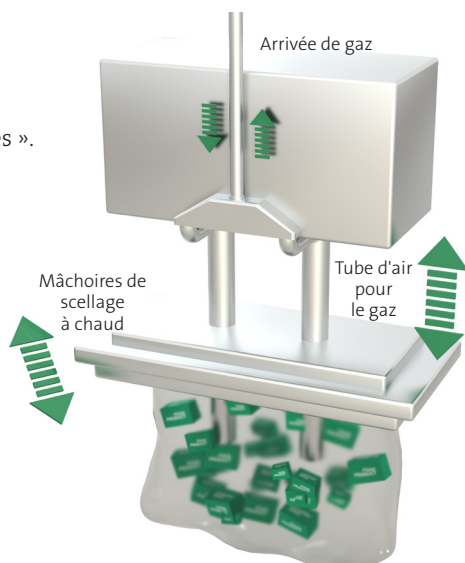
Ces machines utilisent des sacs préformés et la technique du vide compensé pour remplacer l'air. Des sachets préformés hautement étanches sont placés manuellement dans la chambre avant évacuation de l'air, injection du mélange gazeux voulu et soudure à chaud. Ces machines peuvent être utilisées pour des productions à petite échelle de plats sous vide ou flashés au gaz.

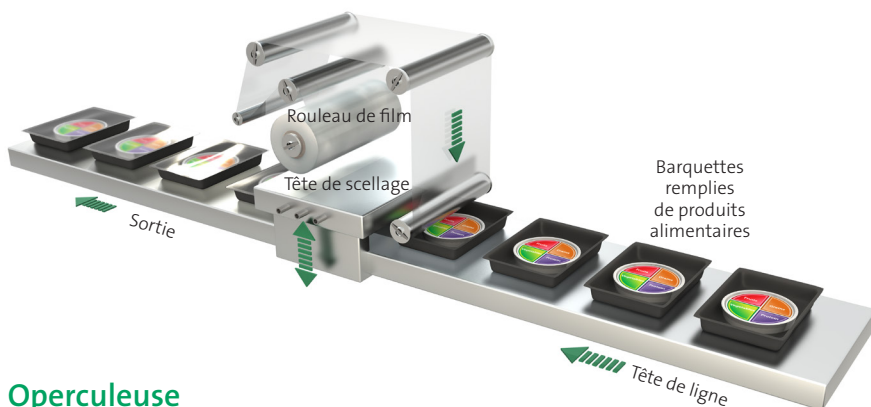
Le produit à emballer est inséré dans un sachet puis déposé dans la chambre à vide. Après fermeture de la cloche, le vide programmé est réalisé dans la chambre et dans le sachet rempli. Une fois le vide atteint, le sachet est scellé, soit sous vide (emballage sous vide), soit rempli d'un gaz MAP Freshline® injecté dans la chambre avant la soudure (emballage sous atmosphère modifiée).



Type plongeur

Ces machines utilisent la technique du vide compensé pour produire en vrac des emballages sous atmosphère modifiée de type « bag-in-boxes ». Elles peuvent également flasher des produits de détails emballés de façon classique comme de la viande rouge sous film, regroupés par lots plus importants. Dans ces machines, les sacs en plastique préformés sont positionnés sur une barre de soudure à chaud et des tubes plongeurs rétractables font le vide pour ensuite injecter le mélange gazeux voulu avant le scellage à chaud.





Operculeuse

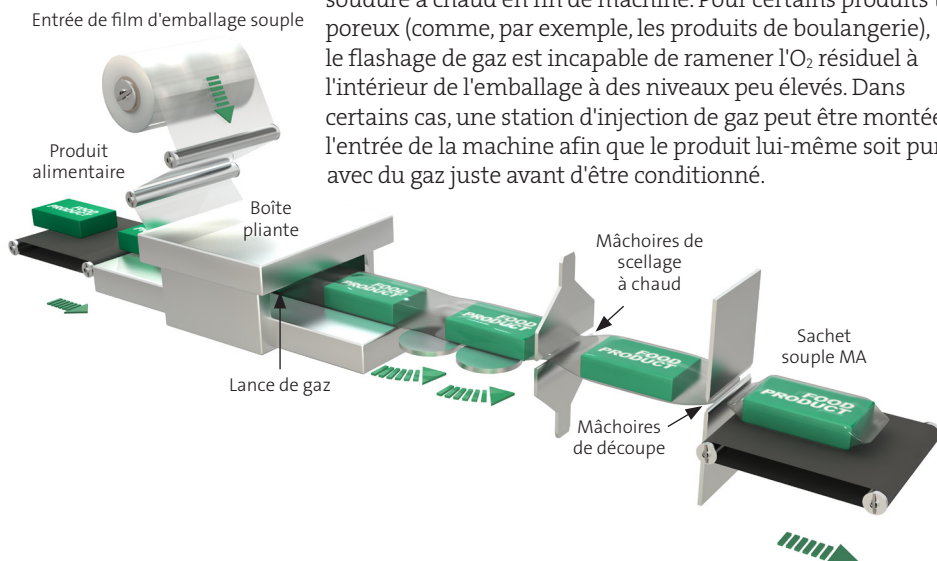
Une operculeuse utilise des barquettes prêtes à l'emploi qui sont scellées à peu près de la même façon qu'avec une thermoformeuse. Le matériau d'emballage (film protecteur) couvre les barquettes/sacs pleins. L'air est évacué de la barquette et un gaz protecteur est ajouté.

L'emballage est alors scellé par application de chaleur et pression. Les operculeuses existent en version manuelle (sur table) pour le petit producteur jusqu'à la version de production en ligne automatique pour les gros fabricants.

Les thermoformeuses-emplisseuses-selleuses, ligne horizontale

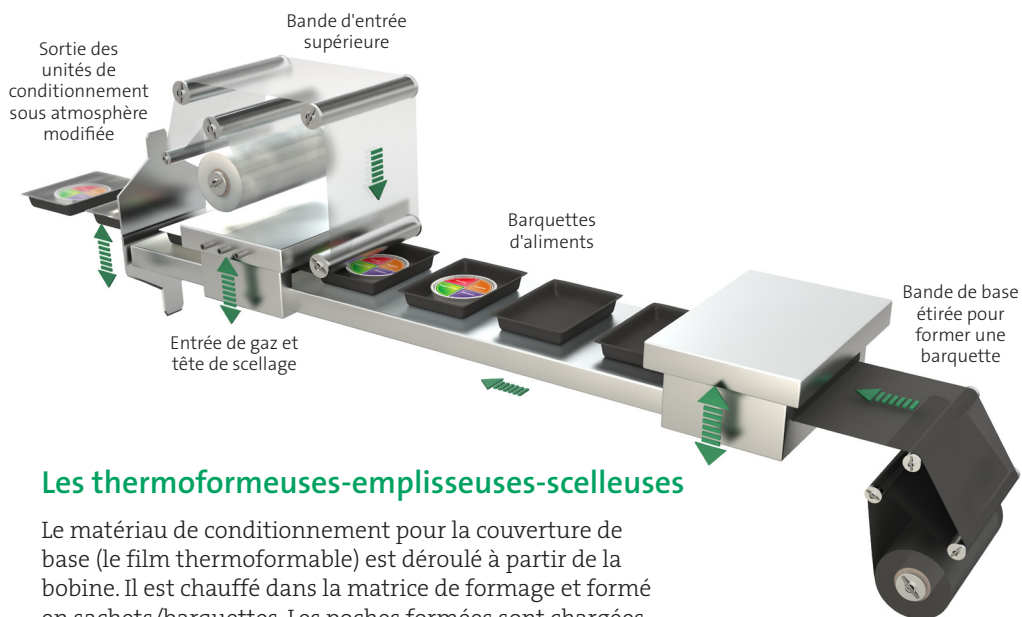
Ces machines connues sous le nom de flow-packs (voir schéma) sont capables de créer des sachets cellophane à partir d'une bobine de film unique. Elles peuvent également suremballer une barquette de produits préremplie. L'air de l'emballage est éliminé par un flashage de gaz ou un jet continu de gaz, mais les mélanges gazeux avec des teneurs en O_2 supérieures à 21 % ne peuvent pas être employés en raison de l'utilisation de buses de

soudure à chaud en fin de machine. Pour certains produits très poreux (comme, par exemple, les produits de boulangerie), le flashage de gaz est incapable de ramener l' O_2 résiduel à l'intérieur de l'emballage à des niveaux peu élevés. Dans certains cas, une station d'injection de gaz peut être montée sur l'entrée de la machine afin que le produit lui-même soit purgé avec du gaz juste avant d'être conditionné.



Les thermoformeuses-emplisseuses-selleuses, ligne verticale

Une machine verticale forme un tube, le remplit avec le produit (déposé la plupart du temps par une multibalance disposée au-dessus), le purge avec du gaz puis le soude. Simultanément, le film est amené verticalement de haut en bas. Ces machines sont principalement utilisées pour le conditionnement d'aliments en poudre, en granulés, râpés ou séchés.



Les thermoformeuses-emplisseuses-selleuses

Le matériau de conditionnement pour la couverture de base (le film thermoformable) est déroulé à partir de la bobine. Il est chauffé dans la matrice de formage et formé en sachets/barquettes. Les poches formées sont chargées manuellement ou automatiquement. Le matériau d'emballage (film protecteur) couvre les barquettes/sacs pleins. L'air est évacué de la barquette et un gaz protecteur est ajouté. L'emballage est alors scellé par application de chaleur et pression. La couverture des emballages est initialement coupée perpendiculairement à la machine. La production d'emballages individuels est terminée après l'opération de coupe longitudinale.

Guide récapitulatif des mélanges de gaz MAP recommandés

● Oxygène (O₂) ● Dioxyde de carbone (CO₂) ● Azote (N₂)



Viandes rouges crues
(agneau, bœuf, porc)
O₂ 70–80%
CO₂ 20–30%



Abats crus
O₂ 80%
CO₂ 20%



Volailles et gibier à plumes crus
O₂ 0–20%
CO₂ 30–40%
N₂ 60–70%



Volailles, viandes noires et morceaux
O₂ 70–80%
CO₂ 20–30%



Poissons crus (blancs maigres)
O₂ 30%
CO₂ 40%
N₂ 30%



Poissons crus (gras)
CO₂ 40%
N₂ 60%



Crustacés et mollusques
(exemple : crevettes)
O₂ 30%
CO₂ 40%
N₂ 30%



Les viandes cuites et fumées
CO₂ 30–40%
N₂ 60–70%



Poissons et fruits de mer, cuits et fumés
CO₂ 30–40%
N₂ 60–70%



Volailles et gibier, cuits et fumés
CO₂ 30–40%
N₂ 60–70%



Plats préparés
CO₂ 30%
N₂ 70%



Produits de combinaison
CO₂ 30–40%
N₂ 60–70%



Pâtes alimentaires fraîches
CO₂ 50%
N₂ 50%



Boulangerie
CO₂ 30–70%
N₂ 0–70%



Fromages à pâte dure
(exemple : cheddar)
CO₂ 100%



Fromages à pâte dure râpés
CO₂ 0–30%
N₂ 70–100%



Fromages à pâte molle
CO₂ 40%
N₂ 60%



Produits alimentaires séchés
N₂ 100%



Légumes cuits
CO₂ 30–40%
N₂ 60–70%



Fruits et légumes frais
O₂ 5%
CO₂ 5%
N₂ 90%



Aliments liquides et boissons
N₂ 100%



Sodas
CO₂ 100%

Le guide des solutions Freshline®

Ce chapitre contient des informations sur les mélanges gazeux recommandés, les températures de stockage, les durées de conservation potentielles, les principaux mécanismes de dégradation et organismes contaminants, les risques d'empoisonnement alimentaire possibles, les types de machines, les modes de conditionnement types et des exemples de matériaux pour une liste détaillée de produits alimentaires particuliers répartis en 16 catégories d'aliments.

Il apporte de surcroît des conseils techniques concis sur les différents aspects de la production alimentaire, les pratiques de manipulation, les équipements types de conditionnement MAP de détail et en gros, ainsi que les formats d'emballages les plus courants. Un glossaire des abréviations des matériaux MAP se trouve également en page 30.



Trouver des informations sur les catégories alimentaires suivantes :

Catégorie	Pages
Viande rouge crue	44-45
Abats crus	46-47
Volailles et gibier crus	48-49
Sélection de volailles à chair rouge, crues	50-51
Poissons et fruits de mer crus	52
• Poissons maigres, à chair blanche, crus et fruits de mer	53
• Poissons gras à haute teneur en graisse et fruits de mer crus	54
• Crustacés et mollusques	55
Produits carnés cuits, salés et reconstitués	56-57
Poissons et fruits de mer cuits, fumés et préparés	58-59
Gibiers à plumes cuits, fumés et préparés	60-61
Plats préparés et autres produits cuisinés-réfrigérés	62-63
Produits de combinaison	64-65
Pâtes alimentaires fraîches	66-67
Produits pâtisseries	68-69
Produits laitiers	70-71
Produits alimentaires séchés	72-73
Produits à base de légumes cuits et assaisonnés	74-75
Fruits et légumes frais entiers et préparés	76-79
Aliments liquides et boissons	80-81



Viande rouge crue

Les deux principaux mécanismes d'altération affectant la durée de conservation des viandes rouges crues sont la croissance microbienne et l'oxydation du pigment rouge de l'oxymyoglobine.

Lorsque la viande rouge est conservée dans des conditions adaptées de refroidissement, le critère déterminant la durée de conservation du produit est la vitesse d'oxydation du pigment rouge de l'oxymyoglobine, dont la forme oxydée marron est la métmyoglobine. L'atmosphère modifiée de conditionnement des viandes rouges doit donc comprendre une forte concentration en O_2 afin de préserver leur couleur rouge vif pendant plus longtemps. Les viandes à forte pigmentation, comme le sanglier et d'autres gibiers, exigent une concentration plus élevée en oxygène (O_2).

L'ajout de CO_2 inhibe les bactéries aérobies, notamment du genre *Pseudomonas*, qui contaminent fréquemment les viandes rouges. Par conséquent, afin d'obtenir le double avantage de la stabilité de la couleur rouge et de l'inhibition microbienne, des mélanges de gaz contenant de 20 à 30 % de CO_2 et de 70 à 80 % d' O_2 sont recommandés pour prolonger la durée de conservation des viandes rouges refroidies. Cette durée, généralement comprise entre 2 et 4 jours, peut ainsi atteindre 5 à 8 jours, voire plus. On recommande généralement un ratio gaz/produit de 2:1. Le respect des températures de réfrigération, des règles d'hygiène rigoureuse et de manipulation à travers la boucherie, la mise sous atmosphère modifiée, la chaîne de distribution et de revente sont aussi d'une importance vitale pour garantir la sécurité et la durée de conservation étendue des produits de viande rouge.

Les viandes rouges constituent un milieu de développement idéal de nombreux micro-organismes pouvant provoquer une altération du produit et des intoxications alimentaires. Il convient toutefois de signaler que les viandes rouges crues sont cuites avant consommation et que la chaleur de la cuisson à cœur suffit à éliminer les cellules végétatives des bactéries. Une cuisson correcte réduit donc considérablement les risques d'intoxication alimentaire.

Produits alimentaires

Bœuf, chèvre, lièvre, cheval, agneau, porc, lapin, veau, venaison et sanglier.

Mélanges de gaz recommandés

70–80 % d'O₂, 20–30 % de CO₂

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* :

Viande crue : 7°C

Viande hachée : 2°C

Recommandée : 0°C / +4°C (sauf pour viande hachée)

*Réglementation UE (EC: N° 853/2004)
29/04/2004)

BELGIQUE

Maximum légal* :

Viande crue : 7°C

Viande hachée : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 2-4 jours

Sous MAP : 5-8 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (à l'air), *Brochothrix*, bactéries acides lactiques, *Micrococci*, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, les *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* (*staphylocoques dorés*), les *Bacillus*, les *Listeria Monocytogenes*, E.Coli et E.Coli 0157. Les *Yersinia enterocolitica* peuvent être importants dans le porc.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- PVC/PE
- APET/PE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur :

- PET/PVdC/PE
- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE



Abats crus

Les deux principaux mécanismes dégradants qui affectent la durée de conservation des abats crus sont le développement microbien et l'oxydation de son pigment rouge jusqu'à sa forme oxydée brune. Ainsi, de fortes concentrations d'O₂ sont nécessaires pour le MAP des abats crus de façon à conserver la couleur rouge désirée sur une plus longue période.

L'ajout de CO₂ inhibe les bactéries aérobies, notamment du genre *Pseudomonas*, qui contaminent fréquemment les abats crus. Par conséquent, pour, simultanément, stabiliser la couleur rouge et inhiber les microbes, un mélange gazeux contenant 20 % de CO₂ et 80 % d'O₂ est préconisé pour allonger la durée de conservation réfrigérée des abats crus de 2 à 6 jours à 4 à 8 jours. Un ratio gaz/produit de 2 pour 1 est recommandé.

Etant donné que plusieurs types d'abats crus, en particulier le foie, les rognons, la cervelle, le foie gras, les abats de volaille ainsi que les ris de veau ou d'agneau ont tendance à souffrir d'une sudation excessive, surtout en présence de CO₂, un maximum de 20 % de CO₂ doit être utilisé. Le problème potentiel d'une sudation excessive peut être réglé en utilisant certains types d'emballage.

Le respect des températures de réfrigération, des règles d'hygiène rigoureuse et de manipulation à travers la boucherie, la mise sous atmosphère modifiée, la chaîne de distribution et de revente sont aussi d'une importance vitale pour garantir la sécurité et la durée de conservation étendue des produits d'abats crus. Les abats crus constituent un support idéal au développement d'une grande variété d'organismes contaminants qui empoisonnent la nourriture.

On notera que les abats crus sont de ce fait cuits avant consommation et qu'une cuisson soigneuse suffit à tuer les cellules végétatives (germes) des bactéries qui contaminent l'aliment. Une cuisson correcte réduit donc considérablement les risques d'intoxication alimentaire.

Produits alimentaires

Foie, rognons, cœur, ris de veau ou d'agneau, langue, tripes, queue de bœuf, abats de volaille, foie gras, pieds de porc ou de mouton.

Mélanges de gaz recommandés

80 % d'O₂, 20 % de CO₂

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* : 3°C

Recommandée : 0°C / +3°C

*Réglementation UE (EC: N° 853/2004)
29/04/2004

BELGIQUE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (à l'air), *Brochothrix*, bactéries acides lactiques, *Micrococci*, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, les *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* (*staphylocoques dorés*), les *Listeria Monocytogenes*, E.Coli et E.Coli 0157.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-
emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

TWTFSS - Emballage souple sous vide

Emballage sous vide en vrac

VC - Chambre à vide

ST - Type plongeur

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur, emballage souple sous vide

Exemples de matériaux MAP classiques

- PVC/PE
- APET/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur :

- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE



Volailles et gibier crus

Pour la volaille et le gibier réfrigérés crus, le principal mécanisme de détérioration est la croissance microbienne, particulièrement le développement des espèces *Pseudomonas* et *Achromobacter*. Ces bactéries aérobies contaminantes sont très efficacement inhibées par un ajout de CO₂ dans le MAP.

Des niveaux de CO₂ de plus de 20 % sont nécessaires pour allonger sensiblement la durée de conservation des volailles et gibiers à plumes crus. Pour les emballages sous atmosphère modifiée de détail de ce type de produits, la proportion de CO₂ dans le mélange gazeux ne doit pas dépasser 35 % sans quoi l'emballage s'affaisse et une sudation excessive se produit. L'affaissement de l'emballage n'est pas un problème pour les emballages vrac sous atmosphère modifiée et dans ce cas, on recommande 100 % de CO₂. Dans les emballages sous atmosphère modifiée de détail, un mélange de 30 % de CO₂, 70 % de N₂ est souvent préconisé.

La durée de conservation potentielle des volailles et gibiers à plumes crus dépend des espèces, de la teneur en graisse, de la charge microbienne initiale, du mélange gazeux et de la température de stockage. Les risques possibles d'empoisonnement alimentaire peuvent être réduits en respectant les températures de réfrigération recommandées, des règles d'hygiène et de manipulation rigoureuses ainsi qu'une cuisson appropriée avant consommation.

Produits alimentaires

Chapon, poulet, canard, oie, pintade, perdrix, faisan, pigeon, poussin/poule au grain, caille et dinde.

Mélanges de gaz recommandés

Selon les préférences du client, des niveaux élevés d'oxygène sont utilisés dans certains cas pour préserver la couleur rouge de la viande.

En gros : 30-60% CO₂, 40-70% N₂

Portions : 20-30% CO₂, 20-70% O₂, 0-50% N₂

Vrac : 100% CO₂

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Réglementation UE (EC: N° 853/2004)
29/04/2004

BELGIQUE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 4-7 jours

Sous MAP : 10-21 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (à l'air), *Brochothrix*, bactéries acides lactiques, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, *Salmonella*, *Staphylococcus Aureus*, *Listeria monocytogenes*, les espèces *Campylobacter*, *E. coli* et *E. coli* 0157.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-
emphisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

Vrac

VC - Chambre à vide

ST - Type plongeur

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur

Vrac

Bag-in-box, emballage en gros

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- PVC/PE
- APET/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur :

- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE
- PET/PVdC/PE

Vrac

- PA/PE
- PA/EVOH/PE

Pour plus d'informations sur les volailles et gibiers à plumes crus, reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.

Sélection de volailles à chair rouge, crues



Pour certaines espèces de volailles à chair rouge, crues, les principaux mécanismes de dégradation sont le développement de microbes aérobies et l'oxydation du pigment rouge sous sa forme brune oxydée.

Les bactéries contaminantes aérobies, en particulier les espèces *Pseudomonas*, sont très efficacement inhibées par l'apport de CO₂ dans le MAP. Une forte concentration d'O₂ est nécessaire pour conserver plus longtemps la couleur rouge des volailles à chair rouge, crues. Pour pouvoir à la fois stabiliser la couleur rouge et inhiber les microbes, un mélange gazeux contenant 70 % d'O₂ et 30 % de CO₂ est recommandé. Un ratio gaz/produit de 2 pour 1 est recommandé. La durée de conservation potentielle des produits à base de volailles à chair rouge crues, conditionnés sous atmosphère modifiée va dépendre des espèces, de la teneur en graisse, de la charge microbienne initiale, du mélange gazeux et de la température de stockage. Les risques d'empoisonnement alimentaire peuvent être réduits en respectant les températures de réfrigération préconisées, des règles d'hygiène et de manipulation rigoureuses ainsi qu'une cuisson appropriée avant consommation.



Produits alimentaires

Hachis de volaille à viande rouge, autres volailles sans peau, poulet et dinde sans peau, volaille à chair rouge en tranches et hachis de dinde.

Mélanges de gaz recommandés

70% d'O₂ 30% de CO₂

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Réglementation UE (EC: N° 853/2004)
29/04/2004

BELGIQUE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 3-5 jours

Sous MAP : 7-14 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (à l'air), *Brochothrix*, bactéries *acides lactiques*, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, *Salmonella*, *Staphylococcus Aureus*, *Listeria monocytogenes*, les espèces *Campylobacter*, *E. coli* et *E. coli* 0157.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-
emplisseuse-scelleuse

PTLF - Opereuse

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- PVC/PE
- APET/PE
- H/PE

Film protecteur :

- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE
- PET/PVdC/PE



Poissons et fruits de mer crus

Les principaux mécanismes dégradants qui affectent la qualité des poissons et fruits de mer crus résultent d'activités microbiennes et oxydantes. Les produits à base de poissons et de fruits de mer sont extrêmement périssables compte tenu de leur fort pourcentage d'eau, de leur pH neutre et de la présence d'enzymes autolytiques, qui occasionnent le développement rapide d'odeurs et de saveurs indésirables.

Les poissons ont normalement une charge microbienne particulièrement importante, car ils proviennent d'eaux froides, du fait de leur mode de capture et de transport jusqu'aux côtes, de leur éviscération et de la subsistance de peau dans les morceaux destinés à la vente au détail. L'activité microbienne cause une rupture de la protéine du poisson qui entraîne la production d'odeurs indésirables. Le rancissement par oxydation des graisses insaturées des poissons gras génère également d'autres odeurs agressives.

Le conditionnement sous atmosphère modifiée est une technique ultra efficace pour retarder la contamination d'origine microbienne et le rancissement oxydant dans les produits à base de poissons et de fruits de mer. Le MAP est particulièrement efficace pour allonger la durée de conservation des poissons à chair blanche. Pour les crustacés et les mollusques, un mélange gazeux composé de 30 % d'O₂, 40 % de CO₂ et 30 % de N₂ est préconisé. Un mélange gazeux de 40 % de CO₂ et de 60 % de N₂ est recommandé pour les poissons gras. L'apport de CO₂ est nécessaire pour inhiber les bactéries contaminantes aérobies classiques comme les espèces *Pseudomonas* (présentes dans l'air).

Cependant, pour les emballages de poissons et autres produits de la mer au détail, une proportion trop importante de CO₂ dans le mélange gazeux peut entraîner un affaissement de l'emballage, une sudation excessive, et pour les produits de la mer qui se consomment froids comme le crabe, une saveur acide faisant penser à une boisson gazeuse.

L'O₂ est nécessaire pour empêcher le développement du *Clostridium botulinum* de type E, les changements de couleur et la décoloration, et réduire la sudation des poissons à chair blanche, des crustacés et des mollusques emballés sous atmosphère modifiée. Cependant, il vaut mieux éviter l'O₂ dans le conditionnement sous atmosphère modifiée des poissons gras de façon à inhiber le rancissement par oxydation. Un ratio gaz/produit de 2 pour 1 est recommandé.

Il ne faut utiliser que des poissons et des fruits de mer de la plus haute qualité pour bénéficier d'une durée de conservation étendue grâce au MAP. La durée de conservation potentielle dépend des espèces, de la teneur en graisse, de la charge microbienne initiale, du mélange gazeux et de la température de stockage. Le respect des températures de réfrigération recommandées, de règles d'hygiène et de manipulation rigoureuses d'un bout à l'autre de la chaîne qui va de la capture à la consommation est essentiel pour garantir la sécurité et une longue durée de conservation des poissons et fruits de mer.

Poissons maigres, à chair blanche, crus et fruits de mer

Produits alimentaires

Brème, barbue, barbotte, morue, colin, tambour brésilien, sole et limande, flet, mérrou, églefin, merlu, flétan, hoki, carangue, saint-pierre, mullet, lotte, brochet, carrelet, lieu jaune, vivaneau, bar, requin, raie, turbot et merlan.

Mélanges de gaz recommandés

30 % d'O₂ 40 % de CO₂ 30 % de N₂

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* : 0°C / +2°C

*Réglementation UE (EC: N° 853/2004)
29/04/2004

BELGIQUE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 2-4 jours

Sous MAP : 4-6 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (dans l'air), bactéries *acides lactiques*, *Enterobacteriaceae*, les espèces *Shewanella*, *Photobacterium*, *Aeromonas*.



Les risques d'empoisonnement

Clostridium botulinum (E, B et F non protéolytiques), *Vibrio parahaemolyticus*, les espèces *Salmonella* et *Listeria monocytogènes*.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-
emplisseuse-scelleuse
PTLF - Operculeuse

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- PVC/PE
- APET/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur :

- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE
- PET/PVdC/PE

Pour plus d'informations sur les poissons et fruits de mer crus reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.

Poissons gras à haute teneur en graisse et fruits de mer crus

Produits alimentaires

Tassergal, anguille, flétan du Groenland, hareng, maquereau, pilchard, roussette, saumon, sardines, alose, sprat, espadon, truite, thon et friture.

Mélanges de gaz recommandés

40% de CO₂, 60% de N₂, avec de l'oxygène résiduel

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* : 0°C / +2°C

*Réglementation UE (EC: N° 853/2004)
29/04/2004

BELGIQUE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 2-3 jours

Sous MAP : 4-6 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (dans l'air), bactéries *acides lactiques*, *Enterobacteriaceae*, les espèces *Shewanella*, *Photobacterium*, *Aeromonas*.



Les risques d'empoisonnement

Clostridium botulinum (E, B et F non protéolytiques), *Vibrio parahaemolyticus*, les espèces *Salmonella* et *Listeria monocytogenes*.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-
emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur

Exemples de propriétés MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- PVC/PE
- APET/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur :

- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE
- PET/PVdC/PE

Crustacés et mollusques

Produits alimentaires

Ormeau, palourdes, coques, conques, crabe, langouste, seiche, homard, moules, poulpe, huîtres, bouquets, coquilles saint-jacques, oursins, crevettes, calmars, bulots et bigorneaux.

Mélanges de gaz recommandés

30 % d'O₂ 40 % de CO₂ 30 % de N₂

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* : 0°C / +2°C

*Réglementation UE (EC: N° 853/2004)
29/04/2004

BELGIQUE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 2-3 jours

Sous MAP : 4-6 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (dans l'air), bactéries *acides lactiques*, *Enterobacteriaceae*, les espèces *Shewanella*, *Photobacterium*, *Aeromonas*.



Les risques d'empoisonnement

Clostridium botulinum (E, B et F non protéolytiques), *Vibrio parahaemolyticus*, les espèces *Salmonella* et *Listeria monocytogènes*.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-
emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- PVC/PE
- APET/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur :

- PET/PVdC/PE
- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE

Pour plus d'informations sur les poissons et fruits de mer crus reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.



Produits carnés cuits, salés et reconstitués

Les principaux mécanismes dégradants pour les produits de boucherie sont le développement microbien, les changements de couleur et le rancissement par oxydation. Pour les viandes cuites, mais non fumées, le processus de cuisson doit tuer les cellules bactériennes végétatives, les enzymes dégradants inactifs et fixer la couleur. Les problèmes avec ce type de produit viennent principalement d'une contamination post-process et/ou d'un défaut d'hygiène ou de mauvaises manipulations.

Certains produits de boucherie ni cuits ni fumés (comme les steaks hachés et les saucisses anglaises) peuvent renfermer du dioxyde soufré (souvent ajouté sous forme de sodium métabisulfite). Cet additif (dont l'emploi est limité aux produits contenant au minimum 6 % de céréales) permet de préserver le produit efficacement contre divers mécanismes dégradants.

Les produits de boucherie fumés, qu'ils soient cuits ou non, doivent leur couleur rose caractéristique à l'usage de nitrite qui interagit avec la myoglobine présente dans la viande sous forme de nitrosylmyoglobine. Bien que ce pigment soit plutôt stable, il est sujet à la décoloration par oxydation, particulièrement quand il est exposé à la lumière. Les produits de boucherie fumés doivent donc être conditionnés en excluant l'oxygène. L'ajout de nitrite et de sel inhibe la plupart des bactéries contaminantes. Cette inhibition peut cependant être compromise dans les produits conçus avec des doses de sel, de nitrite ou autres conservateurs réduites. On doit se montrer prudent en étudiant les effets potentiels de tout changement dans le dosage du produit. Des viandes simplement cuites, sans aucun autre traitement, risquent d'être contaminées par le développement du *Clostridium botulinum* sous MAP anaérobie et lors d'un stockage réfrigéré incorrect.

Les produits de boucherie renfermant des niveaux substantiels de graisse insaturée sont susceptibles d'être dégradés par un rancissement par oxydation, mais le MAP, grâce à l'exclusion de l'oxygène, permet d'empêcher ce phénomène.

Produits alimentaires

Bacon, steaks hachés, boudin noir, charcuterie, porc et jambon hachés, saucisses à cuire, corned-beef, saucisses de Francfort, panse de brebis farcie, jambons, viande de porc en conserve, viande hachée, tranches de viande, langue de bœuf, pastrami, pâtés, pepperoni, rillettes de viande, rillettes, viandes rôties, salami, renne fumé, venaison fumée, terrines et wursts.

Mélanges de gaz recommandés

30-40 % de CO₂, 60-70 % de N₂

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Réglementation UE (EC: N° 853/2004)
29/04/2004

BELGIQUE

Maximum légal* : 7°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : Pour les viandes cuites et fumées 1 à 3 semaines, salami, etc.,
3 à 6 mois

Sous MAP : Pour les viandes cuites et fumées 3 à 7 semaines, salami, etc.,
4 à 8 mois.

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Brochothrix*, bactéries *acides lactiques*, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures. Changement de couleur par

rancissement dû à l'oxydation pour les viandes fumées (de rouge/rose à brune/grise/vert).

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, les *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* (*staphylocoques dorés*), les *Listeria Monocytogenes*, E.Coli et E.Coli 0157.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-
emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane, sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- PVC/PE
- APET/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE
- MPET/PE
- MOPP/PE

Remarque : Le salami, le pepperoni, etc. peuvent être stables à température ambiante selon leur formulation.

Pour plus d'informations sur les produits carnés cuits, salés et reconstitués, reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.



Poissons et fruits de mer cuits, fumés et préparés

Les principaux mécanismes dégradants pour les poissons et les fruits de mer cuits, fumés et préparés sont le développement microbien et le rancissement par oxydation. Pour les produits cuits, le fait d'être chauffé tue les cellules bactériennes végétatives et les enzymes de dégradation inactive. Par conséquent, la détérioration des poissons et fruits de mer cuits est essentiellement due à une contamination post-cuisson par des micro-organismes et un rancissement par oxydation qui peuvent être réduits par un MAP avec des mélanges de CO_2/N_2 , le respect de règles d'hygiène et de manipulation rigoureuses. Un ratio gaz/produit de 2 pour 1 est recommandé.

Les poissons et fruits de mer fumés et préparés renferment des doses relativement élevées de sel qui inhibent efficacement un large spectre de micro-organismes contaminants. Ils contiennent également des proportions élevées de graisse insaturée, sujette au rancissement par oxydation. Cependant, une mise sous atmosphère modifiée avec des mélanges de CO_2/N_2 inhibe efficacement cet effet indésirable. Les risques d'empoisonnement alimentaire potentiels sont essentiellement dus à une contamination post-cuisson, lors de la salaison ou de la préparation et peuvent être réduits par le respect des températures de réfrigération recommandées, une hygiène rigoureuse et de bonnes pratiques de manipulation.

Le a_w réduit et/ou l'ajout de sel dans la plupart des poissons et fruits de mer cuits, fumés et préparés inhibent la plupart des bactéries à l'origine des empoisonnements alimentaires, en particulier le *Clostridium botulinum*. Cette inhibition peut cependant être compromise dans les produits formulés avec une faible dose de sel ou d'autres conservateurs devenus de plus en plus populaires. On doit se montrer prudent lorsqu'on établit les effets potentiels des changements de la formulation du produit. Les poissons et fruits de mer simplement cuits, sans conservateur ajouté, sont susceptibles de présenter de plus grands risques de développement du *Clostridium botulinum* sous MAP anaérobie et lors d'un stockage réfrigéré incorrect.

Produits alimentaires

Harengs bouffis, poisson salé (pour curry), hareng cuit et fumé, œufs de morue, poisson fumé froid, galantine de poisson, rillettes de poisson, terrines de poisson, poisson fumé chaud, hareng salé et fumé, poisson haché, coquillage haché, morue salée, anchois salés, caviar salé, œufs de poissons salés, méduse salée, pâtes de la mer, haddock fumé, flétan fumé, maquereau fumé, saumon fumé, truite fumée et tarama.

Mélanges de gaz recommandés

30 % CO₂, 70 % N₂, avec de l'oxygène résiduel

Température de stockage

FRANCE

Recommandée : 0°C / +4°C

BELGIQUE

Maximum légal* : 4°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 5-10 jours

Sous MAP : 7-21 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Rancissement par oxydation, espèces *Pseudomonas* (dans l'air), bactéries *acides lactiques*, *Enterobacteriaceae*, espèces *Shewanella*, *Photobacterium*, *Aeromonas*.

Les risques d'empoisonnement

Clostridium botulinum (E, B et F non protéolytiques), *Vibrio parahaemolyticus*, les espèces *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* et *Listeria monocytogènes*.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

HFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne horizontale

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane, sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- PVC/PE
- APET/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE
- MPET/PE
- MOPP/PE



Volailles et gibiers à plumes cuits, fumés et préparés

Le principal mécanisme dégradant pour la volaille et le gibier à plumes cuits, fumés et préparés est le développement microbien. Pour les produits cuits, le fait d'être chauffé tue les cellules bactériennes végétatives et les enzymes de dégradation inactive. Par conséquent, la dégradation des volailles et gibiers à plumes cuits est essentiellement due à une contamination post-cuisson par des micro-organismes, qui peut être réduite par une mise sous atmosphère modifiée avec des mélanges CO_2/N_2 , une hygiène rigoureuse et de bonnes pratiques de manipulation. Un ratio gaz/produit de 2 pour 1 est recommandé. La volaille et le gibier à plumes fumés et préparés contiennent des doses relativement élevées de sel et/ou d'autres conservateurs qui inhibent efficacement un large éventail de micro-organismes contaminants.

Les risques d'empoisonnement alimentaire potentiels sont essentiellement dus à une contamination post-cuisson, lors de la salaison ou de la préparation et peuvent être réduits par le respect des températures de réfrigération recommandées, une hygiène rigoureuse et de bonnes pratiques de manipulation. Le a_w réduit et/ou l'ajout de sel et/ou d'autres conservateurs dans la plupart des produits à base de volaille et de gibier à plumes cuits, fumés et préparés inhibent la plupart des bactéries dangereuses.



Pour plus d'informations sur les produits à base de volaille et de gibier à plumes cuits, fumés et préparés, reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.

Produits alimentaires

Galantine de Chapon, ballotine de poulet, roulés au poulet, gibier à plumes fumé, volaille fumée, ballotine de canard, pâté de canard, canard en galantine, faisan en galantine, pigeon en galantine, poulet fumé, canard fumé, coquelet fumé, dinde fumée, jambon de dinde, ballotine de dinde, galantine de dinde et roulés de dinde.

Mélanges de gaz recommandés

30-40 % de CO₂, 60-70 % de N₂

Température de stockage

FRANCE

Recommandée : 0°C / +4°C

BELGIQUE

Maximum légal* : 7°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 5-10 jours

Sous MAP : 7-21 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (à l'air), *Brochothrix*, bactéries acides lactiques, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, *Salmonella*, *Staphylococcus Aureus*, *Listeria monocytogenes*, les espèces *Campylobacter*, E.coli et E.coli 0157.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

HFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne horizontale

Vrac

VC - Chambre à vide

ST - Type plongeur

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane, sachet cellophane

Vrac

Bag-in-box, emballage en gros

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- PVC/PE
- APET/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PA/PVdC/PE
- PET/PE-EVOH-PE
- OPA/PE-EVOH-PE
- OPP/PE-EVOH-PE
- MPET/PE
- MOPP/PE

Vrac

- PA/PE
- PA/EVOH/PE



Plats préparés et autres produits cuisinés-réfrigérés

La cuisson-réfrigération est un procédé utilisé par les traiteurs ou l'industrie alimentaire dans lequel la nourriture est préparée de façon hygiénique, pasteurisée puis rapidement réfrigérée entre 0°C et 3°C. Elle est ensuite stockée entre 0°C et 3°C avant d'être réchauffée à 70°C pendant deux minutes (ou l'équivalent thermique) avant d'être consommée.

Le principal mécanisme détériorant pour les plats préparés et autres produits cuits-réfrigérés est le développement microbien, essentiellement dû à une contamination post-cuisson et/ou à un contrôle de la température défaillant. Le procédé de pasteurisation doit tuer les cellules bactériennes végétatives, les enzymes de dégradation inactive et fixer également la couleur. Cependant, des spores résistantes à la chaleur comme celles des espèces *Clostridium* et *Bacillus* survivent au processus de cuisson et peuvent germer si les températures de réfrigération préconisées ne sont pas respectées.

Les autres risques d'empoisonnement alimentaire possibles peuvent venir d'une contamination post-cuisson due à de mauvaises pratiques en matière d'hygiène ou de manipulations, ou encore d'un défaut dans l'intégrité du scellage de l'emballage. Un contrôle des températures défaillant amplifie le problème de développement microbien. Il est donc recommandé de veiller au maintien d'un contrôle strict des températures, de l'hygiène et des manipulations. L'utilisation de barrières complémentaires contre le développement microbien (comme l'acidification, l'utilisation de conservateurs et/ou la réduction en a_w), quand cela est approprié, est vivement recommandée. Le MAP peut augmenter sensiblement la durée de conservation des plats préparés et autres produits cuits-réfrigérés. L'utilisation de mélanges gazeux CO_2/N_2 s'avère retarder non seulement la dégradation microbienne, mais aussi le développement des goûts de surchauffe par oxydation. Un ratio gaz/produit de 2 pour 1 est recommandé.

Produits alimentaires

Cassolettes*, goulache*, plats préparés à base de poisson, de gibier à plumes, de viande, d'abats, de pâtes, de volaille, de fruits de mer, et plats préparés contenant des légumes, sauces*, soupes*.

Mélanges de gaz recommandés

30-50% de CO₂, 50-70 % de N₂

Température de stockage

FRANCE

Recommandée : 0°C / +4°C

BELGIQUE

Recommandée : 0°C / +4°C

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 2-5 jours

Sous MAP : 5-10 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (à l'air libre), bactéries *acides lactiques*, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus*, *Listeria monocytogenes*, *E.coli* et *E.coli* 0157 et les *Yersinia enterocolitica* peuvent être importants pour les produits à base de porc.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Vente au détail : Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- UPVC/PE
- APET/PE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PA/PVdC/PE
- PC/EVOH/EVA
- MPET
- MOPP

* les produits aspirables peuvent être aspergés de N₂ et conditionnés au détail dans des récipients en carton, des pots, des tubes. Le CAP peut être utilisé pour les lots en vrac.

Pour plus d'informations sur les plats préparés et autres produits cuits-réfrigérés, reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.



Produits de combinaison

Les produits mixtes sont composés d'au moins deux ingrédients alimentaires différents. Du fait des différences importantes au sein des propriétés intrinsèques de ces produits et des interactions entre les différents ingrédients réunis dans la même recette (un seul produit final), on ne peut qu'énoncer des généralités sur les mécanismes dégradants, les risques d'empoisonnement alimentaire potentiels, les durées de conservation envisageables et les mélanges gazeux. Les fabricants alimentaires qui envisagent d'utiliser le MAP pour ces produits doivent entreprendre des évaluations détaillées sur la durée de conservation afin de déterminer les mélanges gazeux optimaux, les mécanismes dégradants, etc. Les principaux mécanismes dégradants susceptibles d'affecter les produits mixtes sont le développement microbien et le rancissement par oxydation. Des mélanges gazeux CO_2/N_2 sont recommandés pour inhiber efficacement la dégradation microbienne et le développement du rancissement et donc allonger sensiblement la durée de conservation. Le rancissement est un problème pour les produits boulangers mixtes et le MAP semble n'avoir que peu d'influence sur la vitesse de rancissement. C'est la raison pour laquelle les extensions de durée de conservation par MAP pour les produits boulangers mixtes à consommer froids ne sont que marginales. La migration de l'humidité entre les différents ingrédients de certains produits mixtes est également un mécanisme dégradant qui n'est pas affecté par le MAP. On notera que beaucoup de produits mixtes sont des produits cuits ou qui contiennent des ingrédients cuits. Par conséquent, les risques d'empoisonnement alimentaire associés à ces types de produits sont essentiellement dus à une contamination post-cuisson et/ou post-conditionnement. Ces risques peuvent être réduits par une cuisson appropriée et le respect des températures de réfrigération préconisées, une hygiène rigoureuse et de bonnes pratiques de manipulation.



Produits alimentaires

Poisson, viandes, volailles, fruits de mer enrobés de pâte à frire, bouchées, poissons, viandes et volailles et fruits de mer panés, burritos, enchiladas, falafels, crêpes fourrées, pancakes fourrées, roulés fourrés, pâtes au poisson, tourtes au poisson, kebabs, pâtes à la viande, tourtes à la viande, omelettes, pâtes à gâteaux, pâtés en croûte, pizzas, pâtes à la volaille, tourtes à la volaille, quiches, friands au fromage, sandwiches, satays, roulés à la saucisse, pâtes et tourtes aux produits de la mer, soufflés, rouleaux de printemps, pitas fourrées, tacos, tostadas et vol aux vents.

Mélanges de gaz recommandés

30-50% de CO₂, 50-70 % de N₂

Température de stockage

FRANCE

Recommandée : 0°C / +4°C

BELGIQUE

Recommandée : 0°C / +4°C

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 2-7 jours

Sous MAP : 3-21 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (à l'air), *Brochothrix*, bactéries acides lactiques, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, les *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* (*staphylocoques dorés*), les *Bacillus*, les *Listeria Monocytogenes*, E.Coli et E.Coli 0157.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-
emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

HFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-
scelleuse, ligne horizontale

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane, sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- UPVC/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PA/PVdC/PE
- PC/EVOH/EVA
- MPET
- MOPP
- OPP/PVDC



Pâtes alimentaires fraîches

Les principaux mécanismes dégradants affectant les pâtes fraîches sont les levures et les moisissures, en raison du faible a_w de ces produits.

Pour les pâtes fraîches vertes, il peut être souhaitable d'éliminer la lumière pour limiter une fâcheuse décoloration due à la lumière. En conséquence, des barrières à la lumière telles que des films couleur, pigmentés ou métallisés sont couramment utilisées.

Comme pour tous les autres produits conditionnés sous atmosphère modifiée, le respect des températures de stockage recommandées, une hygiène rigoureuse et de bonnes pratiques de manipulation contribuent à réduire les risques d'empoisonnement alimentaire. Le MAP peut allonger sensiblement la durée de conservation des pâtes. Des mélanges gazeux de CO_2/N_2 sont utilisés pour inhiber le développement microbien et d'autres réactions d'oxydation dangereuses possibles. On recommande généralement un ratio gaz/produit de 2:1. Les variétés de pâtes présentant des valeurs a_w plus basses tendent à avoir des durées de conservation plus longues, tant à l'air libre que sous atmosphère modifiée.



Produits alimentaires

Capelli, fettucine, funghini, fusilli, linguine, macaroni, coquillettes, spaghetti, tagliarini, tagliatelles, trenettes, tubetti, vermicelles et zitoni.

Mélanges de gaz recommandés

50% de CO₂, 50% de N₂

Température de stockage

FRANCE

Recommandée : 0°C / +4°C

BELGIQUE

Recommandée : 0°C / +4°C

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 1-2 semaines

Sous MAP : 3-4 semaines

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Levures et moisissures, changement de couleur (de vert à marron/gris) pour les pâtes vertes.

Les risques d'empoisonnement

Staphylococcus aureus et les espèces *bacillus*.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

HFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne horizontale

VFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne verticale

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane, sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- UPVC/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PA/PVdC/PE
- PC/EVOH/EVA
- MPET
- MOPP
- OPP/PVdC

Produits pâtisseries



Les principaux mécanismes dégradants pour les produits de boulangerie non laitiers sont le développement de moisissures, le rancissement et la migration d'humidité. Les levures peuvent poser des problèmes dans certains produits fourrés ou glacés. Comme le a_w de ces produits est généralement inférieur à 0,96, le développement bactérien est inhibé et constitue rarement un problème. Cependant, il est possible que les espèces *Staphylococcus aureus* et *Bacillus* soient capables de se développer dans certains produits et constituent donc un risque d'empoisonnement alimentaire. Par conséquent, il est important d'observer en permanence une hygiène rigoureuse et de bonnes pratiques de manipulation.

L'utilisation du MAP peut allonger sensiblement la durée de conservation des produits boulangers non laitiers. Comme les moisissures sont des micro-organismes aérobies, elles sont très efficacement inhibées par les mélanges gazeux CO_2/N_2 . On recommande généralement un ratio gaz/produit de 2:1. On évite une migration de l'humidité de l'emballage en utilisant des matériaux à effet barrière pour le MAP. Le MAP semble avoir peu d'effet sur la vitesse de rancissement. On notera que cette dernière augmente à température réfrigérée et que la plupart des produits boulangers qui se consomment froids sont donc normalement stockés à température ambiante.

Pour les produits boulangers qui se consomment chauds tels que les bases pour pizza, le processus de rancissement, causé par une rétrogradation de l'amidon, est partiellement atténué pendant le cycle de réchauffage.



Produits alimentaires

Bagels, puddings au pain, pains, petits pains au lait, cheesecakes, crêpes, croissants, crumpets, feuilletés, pains aux fruits, cakes aux fruits, tourtes aux fruits, strudels aux fruits, tartes aux fruits, meringues, muffins, nan, pains aux noix, pancakes, pains mi-cuits, pitas, bases pour pizza, bretzels, génoises, roulés, tacos, tortillas, pains aux légumes et gaufres.

Mélanges de gaz recommandés

30–100 % de CO₂, 0–70 % de N₂

Température de stockage

FRANCE

Recommandée : 0°C / +4°C, ou température ambiante, selon le type de produit

BELGIQUE

Maximum légal* : 7°C, (produits contenant soit de la crème ou des substituts de crème)

Recommandée : 0°C / +4°C, ou température ambiante selon le type de produit

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 0-14 jours

Sous MAP : 4-12 semaines

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Levures, moisissures et rancissement, séparation physique, migration d'humidité.

Les risques d'empoisonnement

Staphylococcus aureus et les espèces *bacillus*.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

HFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne horizontale

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Vente au détail : Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane, sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- UPVC/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PA/PVdC/PE
- PC/EVOH/EVA
- MPET
- MOPP
- OPP/PVdC

Pour plus d'informations sur les produits boulangers, reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.



Produits laitiers

Les principaux mécanismes dégradants qui affectent les produits laitiers sont le développement microbien et le rancissement par oxydation. Le type d'altération affectant les produits laitiers dépend des propriétés intrinsèques des différents produits. Par exemple, les produits peu humides comme les fromages à pâte dure sont généralement altérés par la croissance de moisissures, tandis que les produits contenant plus d'humidité comme les crèmes et les fromages à pâte molle sont sensibles à la détérioration due à la levure et au développement bactérien, au rancissement par oxydation et à la séparation physique.

La technologie MAP permet de prolonger considérablement la durée de conservation des produits laitiers. On obtient avec le MAP des durées de conservation semblables à celles obtenues avec du conditionnement sous vide. Les fromages à pâte dure sont généralement conditionnés sous CO_2 , gaz très efficace pour inhiber le développement des moisissures. Les fromages à pâte molle sont conditionnés avec des mélanges CO_2/N_2 qui peuvent également inhiber la détérioration bactérienne et le rancissement par oxydation. Pour les fromages à pâte molle râpés, on recommande un mélange 30 % de CO_2 , 70 % de N_2 . La technologie MAP est particulièrement efficace pour les fromages friables comme le Lancashire et le fromage râpé pour lequel l'emballage sous vide causerait une compression indésirable.

Le MAP est déconseillé pour les fromages bleus portés à maturation avec de l'artisan ; en effet, les mélanges CO_2/N_2 tueraient les artisans et leur donneraient une couleur jaune peu attrayante. Les atmosphères contenant du CO_2 sont défavorables aux crèmes car elles en favorisent l'acidification et leur donnent un goût piquant et pas doux. Par conséquent, l'azote est recommandé pour le conditionnement sous MAP de crèmes et de produits contenant de la crème. Un ratio gaz/produit de 2 pour 1 est recommandé. En excluant l'air, le N_2 est aussi capable d'inhiber le développement de microbes aérobies et le rancissement par oxydation. Les crèmes en bombe utilisent l'oxyde d'azote (N_2O) comme gaz propulseur, ce qui inhibe également le rancissement par oxydation.

Les autres produits laitiers comme le beurre et le yaourt ne sont généralement pas conditionnés sous atmosphère modifiée, mais gagnent à être emballés avec du N_2 . Les risques possibles d'empoisonnement associés aux produits laitiers sont principalement dus soit à une pasteurisation inadéquate soit à une contamination croisée survenue pendant ou après le conditionnement. Par conséquent, une pasteurisation correcte, le maintien des températures de refroidissement recommandées et de bonnes mesures d'hygiène et de manipulation pendant tout le processus sont essentiels à la sécurité des produits laitiers.

Produits alimentaires

Crèmes en bombe, les fromages à moisissures bleues ou blanches*, beurre, gâteaux à la crème, crèmes, crème anglaise, fromages frais, fromages râpés, fromages à pâte dure, margarine, fromages mi-cuits, fromage en tranches, fromages à pâte molle et yaourts.

Mélanges de gaz recommandés

Pour les fromages à pâte dure à l'exception des fromages à moisissures : 100 % CO₂

Pour les fromages râpés et les fromages à pâte molle à l'exception des fromages à moisissures : 0–30 % de CO₂, 70–100 % de N₂

Autres produits laitiers : 100 % N₂

Crèmes en bombe : Oxyde d'azote (N₂O)

Température de stockage

FRANCE

Recommandée : 0°C / +4°C

BELGIQUE

Maximum légal* : 7°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 1-4 semaines

Sous MAP : 2-12 semaines

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (dans l'air), les espèces *Brochothrix*, bactéries *acides lactiques*, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures, rancissement par oxydation et séparation physique.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, les *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* (*staphylocoques dorés*), les *Bacillus*, les *Listeria Monocytogenes*, E.Coli et E.Coli 0157.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

HFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne horizontale

VFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne verticale

Modes d'emballage classiques**

Vente au détail

Vente au détail : Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane, sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- UPVC/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/P

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PA/PVdC/PE
- PC/EVOH/EVA
- MPET
- MOPP
- OPP/PVdC

* Les fromages à moisissures bleues ou blanches et les fromages blancs ne sont généralement pas conditionnés sous atmosphère modifiée dans la mesure où les mélanges gazeux CO₂/N₂ inhiberaient le développement souhaité des artisans.

** Les boîtes et les pots sont utilisés couramment pour les yaourts, les fromages doux, la margarine, les crèmes, les pâtes à tartiner et le beurre.

Pour plus d'informations sur les produits laitiers, reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.



Produits alimentaires séchés

Le principal mécanisme dégradant qui affecte les aliments secs contenant une forte proportion d'acides gras insaturés comme les céréales, les chips de pommes de terre, les noix, le cacao en poudre et le lait en poudre est le rancissement par oxydation. Cette réaction nuisible est très efficacement inhibée par un MAP sous N_2 . On recommande généralement un ratio gaz/produit de 2:1. Du fait des très longues durées de conservation que l'on peut obtenir avec du MAP pour les aliments secs, les matériaux MAP doivent présenter de très forts effets barrière contre les moisissures et le gaz. Les films métallisés sont dotés de telles propriétés. Certains aliments secs comme le lait en poudre pour bébé sont particulièrement sensibles au rancissement par oxydation et les niveaux résiduels d' O_2 doivent être inférieurs à 0,2 %.

Pour atteindre des niveaux résiduels d' O_2 aussi bas, des désoxydants peuvent être incorporés dans les emballages MAP. Ces désoxydants peuvent aussi être employés pour d'autres aliments à faible a_w comme les produits boulangers. Le faible a_w des aliments secs empêche le développement de bactéries, de levures et de moisissures. On notera cependant que de nombreuses bactéries dangereuses peuvent survivre dans les aliments secs, en particulier dans les herbes et les épices et peuvent constituer un risque quand ils sont reconstitués ou utilisés comme ingrédient dans des aliments à a_w élevé. C'est la raison pour laquelle on observera des mesures strictes d'hygiène et de manipulation pour réduire ces risques.



Produits alimentaires

Poudres de cacao, cafés, lait déshydraté, poisson séché et salé, fruits de mer séchés et salés, haricots secs, céréales sèches, colorants secs, arômes secs, fruits séchés, herbes sèches, lentilles sèches, champignons secs, pâtes sèches, produits de grignotage secs, épices sèches, légumes secs, farines, noix, chips et thés.

Mélange de gaz recommandés

100 % N₂

Température de stockage

Recommandée : Ambiante

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 4 à 8 mois

Sous MAP : 1 à 2 ans

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Rancissement par oxydation, perte ou gain d'humidité.

Les risques d'empoisonnement

De nombreuses bactéries dangereuses peuvent survivre dans des aliments secs à faible a_w. Elles ne se développent pas dans les aliments secs, mais constituent un risque d'empoisonnement alimentaire lors de la reconstitution de ces derniers ou lors de leur utilisation comme ingrédients dans d'autres aliments à a_w élevé.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

HFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne horizontale

VFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne verticale

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur, sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- UPVC/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PA/PVdC/PE PC/EVOH/EVA
- MPET
- MOPP
- OPP/PVdC

Pour plus d'informations sur les produits alimentaires secs, reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.



Produits à base de légumes cuits et assaisonnés

Les principaux mécanismes dégradants qui affectent les légumes cuits sont le développement microbien et le rancissement par oxydation. Le MAP avec un mélange CO_2/N_2 est très efficace pour inhiber ces mécanismes dégradants et donc allonger sensiblement la durée de conservation de ces produits. Un ratio gaz/produit de 2 pour 1 est recommandé. Pour les produits à base de légumes cuits, la cuisson tue les cellules bactériennes végétatives et les enzymes de dégradation inactive. Par conséquent, la détérioration des produits à base de légumes cuits est essentiellement due à une contamination post-cuisson par des micro-organismes. Celle-ci peut être réduite par le respect d'une hygiène rigoureuse et de bonnes pratiques de manipulation. De même, les produits à base de légumes assaisonnés peuvent être gâtés par une contamination post-conditionnement.

Les risques d'empoisonnement alimentaire potentiels liés aux légumes cuits comprennent la germination et le développement de spores résistantes à la chaleur, lorsque les températures de réfrigération recommandées ne sont pas respectées. Les autres risques d'empoisonnement alimentaire possibles peuvent provenir d'une contamination post-cuisson par manque d'hygiène ou du fait de manipulations incorrectes ou encore d'un défaut dans l'intégrité du scellage de l'emballage. Un contrôle des températures défaillant accentue également le problème du développement microbien.

Les légumes assaisonnés ayant généralement un pH inférieur à 4,0, pratiquement toutes les bactéries dangereuses doivent être inhibées. La dégradation des produits à base de légumes assaisonnés est essentiellement due à un brunissement enzymatique et au développement microbien des lactobacilli tolérant l'acide, des levures et moisissures. Il est recommandé, tant pour les produits à base de légumes cuits qu'à base de légumes assaisonnés d'observer en permanence un contrôle strict de la température, des règles d'hygiène et de manipulation.

Produits alimentaires

Chili de haricots, bhajis, brocolis au fromage, purée aux choux et à la viande hachée, choux-fleurs au fromage, chou râpé, haricots cuits, betterave cuite, pommes de terre cuites, beignets de maïs, champignons à l'ail, croquettes de lentilles, croquettes de noix, autres salades assaisonnées, pakoras (petits beignets de légumes indiens), salades de pâtes, pilafs, gâteaux de pommes de terre, salades de pommes de terre, salades de riz, rissoles, aubergines, poivrons, tomates et feuilles de vigne farcis, légumes au four, chili de légumes, cassolettes de légumes, pâtes aux légumes, crumbles de légumes, curry de légumes, flans de légumes, légumes pilaf, tourtes aux légumes et burgers végétariens.

Mélanges de gaz recommandés

30–50 % de CO₂ 50–70 % de N₂

Température de stockage

FRANCE

Recommandée : 0°C / +4°C

BELGIQUE

Maximum légal* : 7°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : 3-14 jours

Sous MAP : 7-21 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Espèces *Pseudomonas* (dans l'air), bactéries *acides lactiques*, *Micrococci*, *Enterobacteraceae*, levures et moisissures, brunissement enzymatique.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, les *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* (*staphylocoques dorés*), les *Bacillus*, les *Listeria Monocytogenes*, E.Coli et E.Coli 0157.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

HFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne horizontale

Modes d'emballage classiques*

Vente au détail

Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- UPVC/PE
- HDPE
- EPS/EVOH/PE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- PET/PVdC/PE
- PA/PVdC/PE
- PC/EVOH/EVA
- MPET
- MOPP
- OPP/PVdC

* Les boîtes (tubs) et les pots sont couramment utilisés pour de nombreux produits à base de légumes cuits et assaisonnés. Pour plus d'informations sur les produits à base de légumes cuits et assaisonnés, reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.

Fruits et légumes frais entiers et préparés

Les principaux mécanismes dégradants affectant les fruits et les légumes frais entiers et préparés sont le développement microbien, le brunissement enzymatique et la perte en eau. Le MAP, qui entraîne une diminution du niveau d'O₂ et/ou une augmentation du niveau de CO₂, est très efficace pour inhiber ces mécanismes dégradants et également :

- Réduire la respiration
- Retarder le mûrissement
- Diminuer la production et la sensibilité à l'éthylène
- Retarder l'adoucissement de la texture
- Réduire la dégradation de la chlorophylle
- Alléger (calmer) les désordres physiologiques

Contrairement à d'autres denrées alimentaires réfrigérées périssables conditionnées sous atmosphère modifiée, les fruits et légumes frais continuent à respirer après leur récolte et l'on doit en tenir compte quel que soit leur conditionnement. Les produits de la respiration aérobie sont le CO₂ et les vapeurs d'eau (alors que les produits de la fermentation comme l'éthanol, l'acétaldéhyde et les acides organiques sont produits pendant la respiration anaérobie). La respiration est affectée par de nombreuses propriétés intrinsèques des produits frais ainsi que par des facteurs extrinsèques, mais, d'une manière générale, la durée de conservation potentielle des produits conditionnés sous atmosphère modifiée est inversement proportionnelle à la vitesse de respiration. La déperdition en O₂ et l'enrichissement en CO₂ sont des conséquences naturelles du processus de respiration quand les fruits ou les légumes frais sont stockés dans un emballage hermétiquement scellé. De telles modifications de la composition atmosphérique entraînent une diminution de la vitesse de respiration de la plante. Si le produit est scellé dans un film imperméable, les niveaux d'O₂ enfermés vont atteindre de très basses concentrations tandis qu'une respiration anaérobie va démarrer. L'anaérobiose va généralement de pair avec des odeurs et des saveurs indésirables et une dégradation visible de la qualité du produit.

Si les fruits ou les légumes sont scellés dans un film d'une perméabilité excessive, aucune modification atmosphérique, même faible, ne se produira dans l'emballage. De plus, la perte en eau entraînant un flétrissement indésirable, les films totalement perméables ne conviennent pas au conditionnement des produits frais. Cependant, si on choisit un film avec un degré de perméabilité correct, un équilibre satisfaisant de l'atmosphère modifiée (EMA) s'établit quand les taux de transmission d'O₂ et de CO₂ à travers l'emballage sont



équivalents au taux de respiration du produit. L'EMA exact va dépendre du taux de respiration intrinsèque du produit, mais va également être lourdement influencé par de nombreux facteurs extrinsèques. Ces facteurs doivent être optimisés pour chaque matière première afin de tirer le maximum de bénéfices du MAP. Par conséquent, les EMA peuvent évoluer de façon passive à l'intérieur d'un emballage hermétiquement scellé sans l'introduction d'un mélange gazeux.

Les caractéristiques de la respiration doivent être correctement assorties aux perméabilités de film adéquates. En général, les matières premières qui ont des vitesses de respiration extrêmement élevées ont besoin d'être conditionnées dans des films extrêmement perméables à l'O₂. En flashant au gaz les emballages de produit avec 5 % de CO₂/5 % d'O₂/90 % de N₂ il est possible d'établir un EMA plus satisfaisant qu'un EMA généré de façon passive. Un ratio gaz/produit de 2 pour 1 est recommandé. Cette procédure peut être nécessaire pour retarder les réactions de brunissement enzymatique qui peuvent entraîner une dégradation du produit avant qu'un EMA généré passivement ait pu se mettre en place. Il ne faut utiliser que des poissons et des fruits de mer de la plus haute qualité avec le MAP. Une préparation hygiénique, une désinfection dans une eau chlorée réfrigérée, un rinçage et un égouttage avant le MAP vont contribuer à garantir une faible charge microbienne avant stockage réfrigéré et distribution. De plus, la connaissance des propriétés intrinsèques des produits frais (vitesse de respiration, pH, a_w, structure biologique ainsi que production d'éthylène et sensibilité) et des facteurs extrinsèques à optimiser (récolte, manipulation, hygiène, température, humidité relative, matériaux et machines MAP, ratio gaz/produit et lumière) vont contribuer à garantir la sécurité et une durée de conservation étendue des fruits et légumes conditionnés sous atmosphère modifiée.



Fruits et légumes frais entiers et préparés

Produits alimentaires

Pommes, abricots, artichauts, asperges, aubergine, avocat, bananes, germes de soja, betterave, myrtilles, fèves, brocoli, choux de Bruxelles, choux, choux-fleurs, carottes, céleri, cerises, endives, courgettes, airelles, concombres, kumquats, fenouil, ail, groseilles à maquereau, pamplemousse, raisins, baies vertes, goyave, chou frisé, kiwi, poireau, citrons, laitues, citrons verts, lychees, mandarines, mangues, mangoustan, courge, melon, salade de fruits, salade de légumes variés, mûres, nectarines, oignons, oranges, papayes, panais, fruit de la passion, pêches, pois, poivrons, ananas, prunes, pommes de terre, figue de barbarie, radis, ramboutan, framboises, rhubarbe, roquette, échalote, épinard, fraises, maïs doux, rutabaga, tomates, navet, châtaigne d'eau, cresson, pastèque et igname.



Mélanges de gaz recommandés

5% d'O₂ 5% de CO₂ 90% de N₂

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* : 4°C, légumes et pousses crus, prêts à l'emploi

Recommandée : 1°C / +4°C

*Journal Officiel de la République Française, n°126 du juin 1997

BELGIQUE

Maximum légal* : 7°C

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

Sans gaz:

En gros: 5-21 jours

Préparés: 2-5 jours

Avec MAP:

En gros: 5-35 jours

Préparés: 5-10 jours

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Les espèces *Pseudomonas* (dans l'air), bactéries acides lactiques, espèces *Erwinia*, *Enterobacteriaceae*, levures et moisissures, brunissement enzymatique, perte en eau.

Les risques d'empoisonnement

Les espèces *Clostridium*, les *Salmonella*, *Staphylococcus aureus* (staphylocoques dorés), les *Bacillus*, les *Listeria Monocytogenes*, E.Coli et E.Coli 0157.

Machines MAP classiques

Vente au détail

TFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse

PTLF - Operculeuse

HFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne horizontale

VFFS - Thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne verticale

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Barquette et film protecteur, barquette sous sachet cellophane, sachet cellophane

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- UPVC/PE
- HDPE

Film protecteur et/ou sachet cellophane :

- OPP
- OPP/PE
- EVA
- MP
- MPOR

Pour plus d'informations sur les fruits et légumes frais entiers et préparés, reportez-vous à la fiche correspondante disponible sur le site Internet d'Air Products.



Aliments liquides et boissons

Les principaux mécanismes dégradants qui affectent les jus de fruits réfrigérés périssables, le yaourt liquide, le lait et les jus de légume sont le développement microbien et la séparation physique. Le fait de tourner est aussi le principal mécanisme détériorant pour le lait. Les boissons stables à température ambiante, comme les bières, les sodas, les cidres, les bières blondes allemandes, les liqueurs, les eaux minérales, les vins et les spiritueux, sont également sujettes à une détérioration microbienne spécifique et pour certaines, à une perte de saveur par oxydation.

Les jus de fruit réfrigérés périssables, le yaourt liquide, le lait et les jus de légumes peuvent servir de support au développement de bactéries comme la listeria monocytogène et le staphylococcus aureus. C'est la raison pour laquelle il est recommandé d'observer en permanence un contrôle strict de la température, des règles d'hygiène et de manipulation. Les aliments liquides et les boissons ne sont pas conditionnés avec des machines MAP classiques et le type d'emballage utilisé habituellement inclut des conteneurs en carton, des bouteilles plastiques et verres, des canettes en aluminium et en acier, des barillets ou tonnelets, des tonneaux et des cuves inox. Le « foisonnage » de N_2 et/ou de CO_2 , processus au cours duquel le N_2 et/ou le CO_2 sont introduits dans l'aliment liquide ou la boisson sous forme de bulles, est utilisé pour réduire les concentrations d' O_2 dissous. Ce foisonnage de gaz est utilisé de façon commerciale pour les sodas, les bières, les bières blondes allemandes, les eaux minérales, les jus de fruits, etc., et peut être intéressant pour d'autres aliments liquides et boissons.

Produits alimentaires

Les bières, les sodas, les cidres, les cordiaux, les jus de fruits, les bières blondes allemandes, les liqueurs, le yaourt liquide, le lait, les eaux minérales, les huiles, les spiritueux, les jus de légumes et les vins.

Mélanges de gaz recommandés

100 % de N₂

Sodas :

100 % de CO₂

Le « foisonnage » de N₂, processus au cours duquel le N₂ est introduit dans l'aliment liquide ou la boisson sous forme de bulles, est utilisé pour réduire les concentrations d'O₂ dissous.

Température de stockage

FRANCE

Maximum légal* : 4°C, fruit cru et jus de légumes

Recommandée : 1°C / +4°C, ou température ambiante, selon le type de produit

*Journal Officiel de la République Française, n°126 du juin 1997

BELGIQUE

Maximum légal* : 7°C, jus de légumes, lait pasteurisé, yaourts

Recommandée : 0°C / +4°C

*Décret royal sur l'hygiène des produits alimentaires du 13/7/2014

Durée de conservation potentielle

A l'air libre : Lait : 3 jours

Jus de fruits, jus de légumes : 1 semaine
yaourt liquide : 10 jours sodas, cidres, cordiaux, bières blondes allemandes, eaux minérales, spiritueux, vins : 6 mois

Sous MAP : Lait : 4-7 jours

Jus de fruit, yaourt liquide, jus de légumes : 2-3 semaines

Bières, sodas, cidres, cordiaux, bières blondes allemandes, eaux minérales, spiritueux, vins : -1 an

Principaux organismes contaminants et mécanismes dégradants

Jus de fruit, yaourt liquide, lait et jus de légumes : Bactéries *acides lactiques* espèces *Streptococci*, espèces *bacillus*, levures et moisissures, le fait de tourner pour le lait, la séparation physique. Pour les autres produits : levures et moisissures, perte de saveur par oxydation.

Les risques d'empoisonnement

Listeria monoxytogenes et *Staphylococcus aureus*.

Machines MAP classiques

Les aliments liquides et les boissons ne sont pas conditionnés avec des machines MAP classiques mais grâce à un équipement de remplissage spécialisé doté d'un système de lavage de N₂ en ligne.

Modes d'emballage classiques

Vente au détail

Les emballages classiques pour la vente au détail comprennent les emballages en carton, les bouteilles en verre ou en plastique, les canettes en aluminium ou en acier.

Exemples de matériaux MAP classiques

Vente au détail

Barquette :

- Verre
- Plastique
- Aluminium
- Acier
- Carton

Définitions et terminologie

Aliments réfrigérés	Aliments périssables qui doivent être conservés à température de réfrigération pour pouvoir rester sûrs et sains pendant toute leur durée de conservation.
a_w (activité aqueuse)	Le développement et le métabolisme de micro-organismes dans la nourriture dépendent de la présence d'eau sous une forme disponible. A_w donne une mesure de la disponibilité en eau. La stabilité microbienne de nombreux aliments est obtenue en éliminant l'eau disponible (par exemple par dessiccation ou addition de sel, de sucre, etc.) pour réduire le a_w .
Bonne pratique de fabrication	Combinaison de procédures d'assurance qualité et de fabrication visant à garantir que les produits sont toujours fabriqués conformément aux spécifications.
Brunissement enzymatique ou décoloration	Brunissement des fruits et légumes coupés ou talés causé par l'oxydation des polyphénols. L'enzyme est inactivé par la chaleur ; dans les produits crus, l'élimination de l'oxygène prolongera la durée de stockage.
Conditionnement sous atmosphère modifiée (CAP)	Système de conditionnement en vrac utilisé pour les découpes de viande rouge crue. Le CAP – Conditionnement sous Atmosphère Modifiée, ne doit pas être confondu avec un stockage sous atmosphère modifiée. C'est un système qui utilise des matériaux d'emballages imperméables au gaz et hermétiquement scellés. L'atmosphère prédéterminée de l'emballage est obtenue en employant un emballage actif de générateurs d' O_2 /absorbeurs de CO_2 .
Conditionnement sous atmosphère modifiée équilibrée (EMAP)	Utilisation du processus de respiration des fruits et des légumes pour créer ou maintenir une atmosphère modifiée. La respiration crée une atmosphère avec un volume réduit d'oxygène et un niveau croissant de dioxyde de carbone. Cela ralentit le processus de vieillissement.
Conditionnement sous atmosphère modifiée (MAP)	Technique de conservation des aliments dans laquelle la composition de l'atmosphère entourant la nourriture est différente de la composition de l'air normal. Contrairement au stockage sous atmosphère modifiée, avec le MAP il n'y a aucun moyen de contrôler les composants de l'atmosphère à des concentrations précises une fois qu'un paquet a été scellé hermétiquement. Modifié pour être un gaz simple ou une combinaison.
Conditionnement sous vide	Suppression de tout ou partie de l'air à l'intérieur d'un emballage, sans remplacement délibéré par un autre mélange de gaz.
Contamination	Adultération accidentelle ou intentionnelle d'un produit ou d'un ingrédient alimentaire par l'introduction de micro-organismes indésirables, de toxines, de substances chimiques ou de corps étrangers, quels qu'ils soient.
Désinfection	Réduction des micro-organismes par le biais de la chaleur ou de méthodes physiques et/ou chimiques à un niveau conforme aux bonnes pratiques d'hygiène et de sécurité alimentaire.

Détérioration alimentaire	Dégradation d'un aliment causée par des processus microbiologiques, chimiques, biochimiques ou physiques entraînant une apparence, une texture, des odeurs et/ou des saveurs indésirables.
Durée de conservation du produit	Période de temps, à partir de la fabrication, pendant laquelle un produit alimentaire est sûr et sain dans les conditions de production et de stockage recommandées.
Emballage en gros	Emballage de grande taille rempli au gaz et contenant des emballages individuels. Parfois également désigné sous l'appellation « mother pack ».
Empoisonnement alimentaire	Maladie liée à la consommation d'un aliment contenant des éléments chimiques, des micro-organismes dangereux ou leurs toxines.
Hygiène alimentaire	Toutes les mesures nécessaires pour assurer la salubrité et l'innocuité des aliments, de la réception à la consommation en passant par le stockage des matières premières.
pH (valeur)	Chiffre qui offre une indication du degré d'acidité ou d'alcalinité : acide (valeur pH au-dessous de 7), neutre (pH 7), alcalin (valeur pH valeur au-dessus de 7).
Scellage hermétique	Fermeture sous pression ou sous l'effet de la chaleur, qui constitue une partie de l'emballage d'un aliment et est conçue pour empêcher le transfert de l'activité microbienne ou d'autres sources de contamination de l'environnement vers le produit.
Stockage sous atmosphère modifiée	Stockage des aliments dans une atmosphère différente de la composition de l'air normal. Les composants de l'atmosphère sont ajustés avec précision à des concentrations spécifiques tout au long du stockage et de la distribution des aliments périssables. Les atmosphères contrôlées sont utilisées pour le stockage des fruits et légumes entiers et le transport par route ou voie maritime des denrées périssables.
Système CBDF	Fait référence à un système MAP utilisant un film rétractable Cryovac® BDF. Les produits alimentaires périssables sont placés sur une barquette semi-rigide puis remplis avec du gaz et ensuite scellés hermétiquement dans une poche en film BDF sur thermoformeuse-emplisseuse-scelleuse, ligne horizontale. Les emballages sous atmosphère modifiée passent ensuite dans un tunnel d'air chaud qui conduit le film à se rétracter sous la face inférieure du paquet, sous l'effet de la chaleur.
Vrac	Fait référence aux emballages en gros ou emballages pour les traiteurs ou pour d'autres opérations de mise en œuvre ou à tout emballage de grande taille rempli au gaz et contenant des emballages individuels.

**Pour plus d'informations,
veuillez nous contacter :**

Air Products SAS

45 avenue Victor Hugo
Bâtiment 270 Parc des Portes de Paris
93300 AUBERVILLIERS
0800-480-030
frinfo@airproducts.com

Air Products SA

J.F. Willemsstraat 100
B-1800 Vilvoorde
02 255 28 95
beinfo@airproducts.com



tell me more
airproducts.fr/food
airproducts.be/fr/food