

une innovation dans l'art culinaire: la cuisson sous vide

applications aux produits de la mer

C. Knockaert - dépt UVP / Ifremer-Nantes

E

n 1974, Georges Pralus, cuisinier, cherche un moyen d'empêcher le foie gras de réduire à la cuisson. Il a l'idée de le cuire sous vide d'air en sachet et résout ainsi son problème avec succès : les pertes passent de 50% à 5%. Une nouvelle technique de cuisson est née, qui va être d'abord utilisée par les restaurateurs sous l'impulsion de G. Pralus qui, après de nombreuses recherches, crée une école à Roanne. Il y dispense depuis un cours théorique suivi d'application et publie en 1984 un premier "cahier des charges applicables aux restaurateurs désireux de pratiquer la cuisson sous vide au sein de leurs établissements". La diffusion de ce document est encouragée par les services vétérinaires qui incitent les candidats à en prendre connaissance avant de faire l'acquisition du matériel nécessaire.

Depuis 1980, des sociétés industrielles se sont créées dont certaines produisent jusqu'à 10 000 plats cuisinés par jour (exemple : la société AGIS à Avignon) avec pour marché la restauration hors foyer, les chaînes de restaurants et d'hôtel, les indépendants...

intérêt du procédé

Le succès de ce développement qui est pour l'instant propre à la France, mais qui intéresse de plus en plus nos voisins étrangers, est lié aux nombreux avantages qu'offre la cuisson sous vide.

D'une part, c'est une cuisine en kit et en "différé" qui est proposée aux consommateurs qui consacrent de moins en moins de temps à la préparation des repas.

D'autre part, la maîtrise industrielle du procédé offre à la restauration collective

de multiples avantages, dont les plus intéressants sont :

- une gamme de produits plus importante, donc une carte élargie : variété dans la préparation des menus,
- des plats qui sont consommables 6 jours, et jusqu'à 21 jours par dérogation des services vétérinaires, en conservation réfrigérée à $\varnothing +3^{\circ}\text{C}$,
- des coûts de production abaissés, en concentrant les achats de matière première et en améliorant la productivité par une meilleure gestion des horaires de travail,
- des frais limités : plus de vaisselle par exemple !

Dans le cas des restaurants de type "individuel", outre les avantages cités ci-dessus, il devient plus facile de faire face aux afflux non prévus ou aux "coups de feu".

Un autre aspect du succès de cette technique est d'ordre culinaire. La cuisson sous vide concentre les arômes, mettant en relief les valeurs gastronomiques d'une recette et préserve les valeurs nutritives des aliments. C'est la papillote d'antan.

Enfin pour conclure cette liste d'avantages du procédé, on peut noter que les pertes à la cuisson sont plus réduites par rapport aux techniques habituelles.

situation

Ce succès se traduit par une production globale de 13 000 t en 1987 et de 17 000 t en 1988 (Fig. 1 - courbe d'évolution GIRA-GEM). Cet accroissement de 35% laisse augurer de la place que cette technique va occuper dans les prochain-

nes années. Pour l'instant les produits de la mer représentent 30% du marché contre 64% pour la viande et 6% pour les légumes. Cependant, on remarque que la consommation suit une nouvelle orientation avec un accroissement de la demande en poisson.

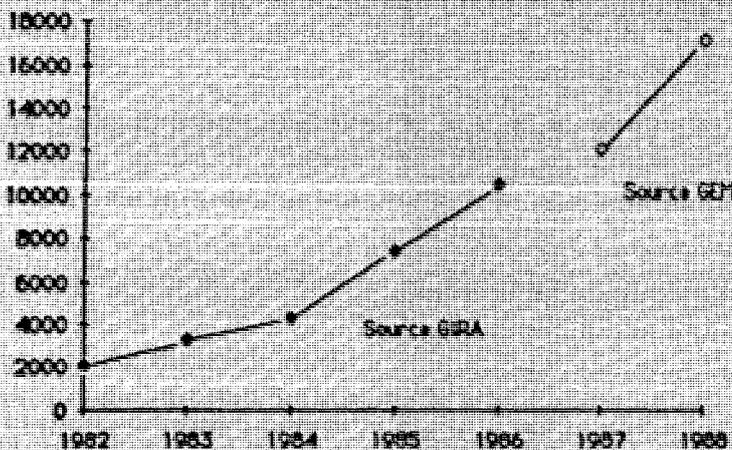
définition de la technique

A l'heure actuelle, il n'existe pas de définition réglementant ce procédé. L'arrêté du 26 juin 1974 donne de nombreux détails sur la préparation, la conservation et la mise en vente des plats cuisinés, mais ne donne pas de définition précise des plats cuisinés. Cependant les dispositions de cet arrêté sont applicables à la fabrication de plats cuisinés sous vide. Signalons, par ailleurs, qu'un recueil de recommandations relatif à cette technique a été publié par l'Institut Appert et le Cabinet GEM en novembre 1988.

présentation

Les produits sont présentés soit avec l'accompagnement, soit en "kit". Dans le cas du poisson, cette dernière méthode est souvent pratiquée afin d'optimiser les types de cuisson. En effet les paramètres de cuisson des légumes sont différents de ceux du poisson. Cette cuisine d'assemblage connaît un réel succès. A titre d'exemple une société normande "Les Toques d'Europe" (2 000 plats/jour), propose la carte suivante : filet de sole sauce normande, poisson beurre blanc, les légumes pouvant consister en épinards à la crème, mousseline de céleri...

Production (en tonnes)



Evolution de la production française de PCSI (sources GIRA + GEM)

qu'entend-t-on par produit cuit sous vide ?

Ce sont uniquement ceux qui sont placés crus dans l'emballage et dans lequel ils subissent la cuisson. La définition du cuit est variable selon les produits. La notion de sous vide signifie qu'on est en absence d'oxygène dans l'emballage. Cette technique a été rendue possible grâce à l'apparition dans les années 60 des machines à thermosouder sous vide et aux progrès réalisés depuis sur les films plastique. La présence de "gaz neutre" réinjecté est possible et autorise l'appellation. On peut noter, qu'il n'y a pas actuellement de seuil de teneur en oxygène résiduel défini.

objectifs et principes du procédé

L'innovation essentielle de cette technique réside dans le fait que l'aliment est placé cru dans son conditionnement final pour y être cuit en absence d'oxygène. Le conditionnement sous vide accélère le processus de cuisson : l'air est un isolant qui ralentit le transfert de chaleur. D'autre part, le poisson garde son eau favorisant les échanges thermiques. On évite ainsi la recontamination au moment critique que constitue le conditionnement après cuisson. L'absence d'oxygène limite l'oxydation du poisson, particulièrement le poisson gras, pendant le stockage mais, et c'est le revers de la médaille, induit des risques en cas d'éventuelle présence de bactéries anaérobies, et ce au même titre que les semi-conserves emballées sous vide. La maîtrise parfaite du procédé est indispensable pour éliminer ce risque. Dans le cas des semi-conserves, les traitements de transfor-

mation ont des effets plus ou moins inhibiteurs. Ainsi la combinaison du salage-séchage-fumage permet à un filet de saumon conditionné sous vide d'obtenir généralement une DLC à 3°C de 4 semaines et dans le cas du prétranché de 3 semaines.

En cuisson sous vide, le seul traitement est l'action de la chaleur qui a un effet destructeur sur les micro-organismes. La qualité initiale, les conditions d'hygiène et le traitement thermique sont les 3 éléments qu'il faut connaître et maîtriser dans ce procédé. Il faut assurer la cuisson idéale du produit, mais aussi un traitement thermique à effet pasteurisateur plus ou moins prononcé selon la DLC souhaitée : il y a là une certaine incompatibilité entre les objectifs de la cuisson et ceux de la pasteurisation. Le traitement visera à préserver au maximum les qualités organoleptiques du produit et à assurer une réduction suffisante de la population microbienne : c'est l'optimisation par l'étude d'un barème de cuisson/pasteurisation.

Principe de la cuisson

La définition du cuit varie selon les denrées. La cuisson a des effets sur la qualité des produits et provoque des modifications à différents niveaux : aspect, tenue, goût, arôme... Une cuisson trop longue ou à température élevée a des effets négatifs sur le produit : réaction de Maillard, émulsification des graisses, exsudation excessive, dégradation de certaines vitamines. On chiffre les modifications qualitatives en fonction du temps et de la température par la valeur cuisatrice. Cette dernière est souvent

définie dans le cas de la viande ce qui permet de comparer différents traitements thermiques et de retenir le meilleur. Dans le cas du poisson, des recherches sont en cours pour définir ces barèmes. Toutefois, on considère qu'il y a une cuisson à partir du moment où la température a atteint 65°C à cœur, assurant la coagulation de la plupart des protéines.

En conséquence, marquage, poêlage et blanchiment ne sont pas des cuissons. La manière de parvenir à cette température aura un rôle déterminant sur la qualité des produits. A ce stade il faut limiter l'épaisseur du produit dans la mesure du possible et offrir une grande surface d'échange avec le vecteur de chauffe pour éviter une surcuisson sur la périphérie. Les industriels gardent jalousement ces barèmes qui sont des secrets de fabrication, mais il y a une règle cependant pour optimiser la cuisson : il faut réduire au maximum l'écart de température entre la surface et le cœur du produit.

Principe de la pasteurisation

En dehors des effets sur la qualité des poissons, le traitement thermique a pour objectif d'assurer une diminution suffisante de la population microbienne, surtout de la flore pathogène qui présente un risque pour le consommateur. La pasteurisation vise donc simultanément à une amélioration de la qualité sanitaire et à une augmentation de la D.L.C. La chaleur a un effet destructeur sur les micro-organismes dont la thermo-résistance est variable :

. On distingue pour schématiser deux grandes familles :

- les thermosensibles qui peuvent être détruits à des températures inférieures à 100°C. Il s'agit de certaines bactéries banales non pathogènes, des bactéries pathogènes telles que Salmonelles et Staphylocoques, des levures et moisissures ainsi que des virus et parasites.
- les thermorésistants qui eux ne peuvent être détruits qu'à une température supérieure à 100°C telles que les bactéries sporulées (Clostridium Botulinum).

. L'objectif de la pasteurisation vise à une destruction sélective de la flore microbienne tout en préservant les qualités organoleptiques et nutritionnelles du produit (la stérilisation assure la destruction totale des micro-organismes ainsi que des formes sporulées et permet un entreposage à température ambiante).

. Compte tenu qu'il existe pratiquement un nombre infini de couples temps/température pouvant être appliqués au produit, que la vitesse de pénétration de la chaleur à cœur est variable et enfin que

V.P.C. Vol. 5 (5) Octobre 84

Tab. 1: VALEURS PASTEURISATRICES (P_{70}^{10})

DEGRES	DIXIEMES DE DEGRES									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
50	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011	0,011	0,011	0,012	0,012	0,012
51	0,013	0,013	0,013	0,013	0,014	0,014	0,014	0,015	0,015	0,015
52	0,016	0,016	0,017	0,017	0,017	0,018	0,018	0,019	0,019	0,019
53	0,020	0,020	0,021	0,021	0,022	0,022	0,023	0,023	0,024	0,025
54	0,025	0,026	0,026	0,027	0,028	0,028	0,029	0,030	0,030	0,031
55	0,032	0,032	0,033	0,034	0,035	0,035	0,036	0,037	0,038	0,039
56	0,040	0,041	0,042	0,043	0,044	0,045	0,046	0,047	0,048	0,049
57	0,050	0,051	0,052	0,054	0,055	0,056	0,058	0,059	0,060	0,062
58	0,063	0,065	0,066	0,068	0,069	0,071	0,072	0,074	0,076	0,078
59	0,079	0,081	0,083	0,085	0,087	0,089	0,091	0,093	0,095	0,098
60	0,100	0,102	0,105	0,107	0,110	0,112	0,115	0,117	0,120	0,123
61	0,126	0,129	0,132	0,135	0,138	0,141	0,145	0,148	0,151	0,155
62	0,158	0,162	0,166	0,170	0,174	0,178	0,182	0,186	0,191	0,195
63	0,200	0,204	0,209	0,214	0,219	0,224	0,229	0,234	0,240	0,245
64	0,251	0,257	0,263	0,269	0,275	0,282	0,288	0,295	0,302	0,309
65	0,316	0,324	0,331	0,339	0,347	0,355	0,363	0,371	0,380	0,389
66	0,398	0,407	0,417	0,427	0,436	0,447	0,457	0,468	0,479	0,490
67	0,501	0,513	0,525	0,537	0,549	0,562	0,575	0,589	0,603	0,617
68	0,631	0,646	0,661	0,676	0,692	0,708	0,724	0,741	0,759	0,776
69	0,794	0,813	0,832	0,851	0,871	0,891	0,912	0,933	0,955	0,977
70	1,000	1,023	1,047	1,072	1,096	1,122	1,148	1,175	1,202	1,230
71	1,259	1,288	1,318	1,349	1,380	1,413	1,445	1,479	1,514	1,549
72	1,585	1,622	1,660	1,698	1,738	1,778	1,820	1,862	1,905	1,950
73	1,995	2,042	2,089	2,138	2,188	2,239	2,291	2,344	2,399	2,455
74	2,512	2,570	2,630	2,692	2,754	2,818	2,884	2,951	3,020	3,090
75	3,162	3,236	3,311	3,388	3,467	3,548	3,631	3,715	3,802	3,890
76	3,981	4,074	4,169	4,266	4,365	4,467	4,571	4,677	4,786	4,898
77	5,012	5,129	5,248	5,370	5,495	5,623	5,754	5,888	6,026	6,166
78	6,310	6,457	6,607	6,761	6,918	7,079	7,244	7,413	7,586	7,762
79	7,943	8,128	8,318	8,511	8,710	8,913	9,120	9,333	9,550	9,772

$$P_{70}^{10} = 1 \text{ mn} \times 10^{\frac{70-70}{10}} = 1.$$

5. Valeur pasteurisatrice totale :

$$P_{70}^{10}(T) = \sum t_{(mn)} \times 10^{\frac{T1-70}{Z}}$$

Par exemple si $t = 10 \text{ mn}$ à 60°C , on aura :

$$P_{70}^{10}(T) = 10 \times 10^{\frac{60-70}{10}} = 1.$$

On constate que 1 mn à 70°C équivaut à 10 mn à 60°C .

Méthode de calcul et de mesures

Elle consiste à décomposer le traitement thermique global à température variable, auquel est soumis le point critique du produit, en une succession de traitements thermiques, généralement d'une durée d'une minute et supposés à température constante pendant cette minute :

$$P^Z(T) = \sum 10^{\frac{T-T_{ref}}{Z}}$$

La somme des valeurs pasteurisatrices permet d'obtenir la valeur pasteurisatrice totale.

La température au point critique du produit peut être relevée à l'aide d'un thermomètre digital muni d'une sonde. Il est également possible d'utiliser une centrale de mesure permettant de suivre plusieurs échantillons à la fois. L'usage d'un calculateur facilite la tâche, cet appareil additionne les valeurs pasteurisatrices partielles et délivre la valeur pasteurisatrice totale en fin d'essai. Il est possible de changer les paramètres Tref et Z sur certains modèles.

Le tableau 1 des valeurs pasteurisatrices partielles avec P_{70}^{10} permet le calcul d'un barème à l'aide du thermomètre digital.

Méthode :

- Les sondes de mesures de la température sont placées au point critique ;
- la température est retenue à partir de 50°C et cela pendant la montée et le refroidissement ;
- les températures sont notées toutes les minutes (ou 30 secondes). Pendant cette durée, les valeurs pasteurisatrices partielles sont relevées et cumulées, donnant la valeur pasteurisatrice totale.

Valeur pasteurisatrice à appliquer au produit :

Une étude pratiquée à l'Ifremer sur des filets de lieu noir cuits sous vide a montré que 8 réductions décimales de la population de Streptocoque peut être suffisante (dans le cadre de l'expérimentation) pour en assurer la destruction

la flore microbienne n'est jamais la même en qualité et en nature, il est nécessaire de définir un micro-organisme de référence pour évaluer le traitement thermique.

Dans le cas de la pasteurisation des filets de poisson, des études ont mis en évidence que les Streptocoques fécaux du type D sont plus résistants à la chaleur que les Salmonelles et Staphylocoques. D'autre part, pouvant être présent dans la flore de contamination du poisson, ce germe a été retenu comme germe de référence pour définir le traitement thermique. La détermination du barème de pasteurisation se fait sur la base des paramètres donnés ci-dessous :

1. Paramètres retenus :

- Choix du micro-organisme de référence : Streptocoque D, bactérie pathogène thermosensible la plus résistante à la chaleur.
- Température de référence : $T = 70^\circ\text{C}$.

2. Détermination expérimentale du temps de réduction décimale (D) :

- C'est le temps en minutes nécessaire à une température donnée pour diviser par 10 la population d'un micro-organisme.

Pour Streptocoque D à 70°C : $D_{70^\circ\text{C}} = 2,95 \text{ mn}$.

3. Détermination de l'élévation de température nécessaire pour réduire au $1/10^e$ de sa valeur la durée de chauffage : coefficient Z.

Résultat de l'expérimentation :

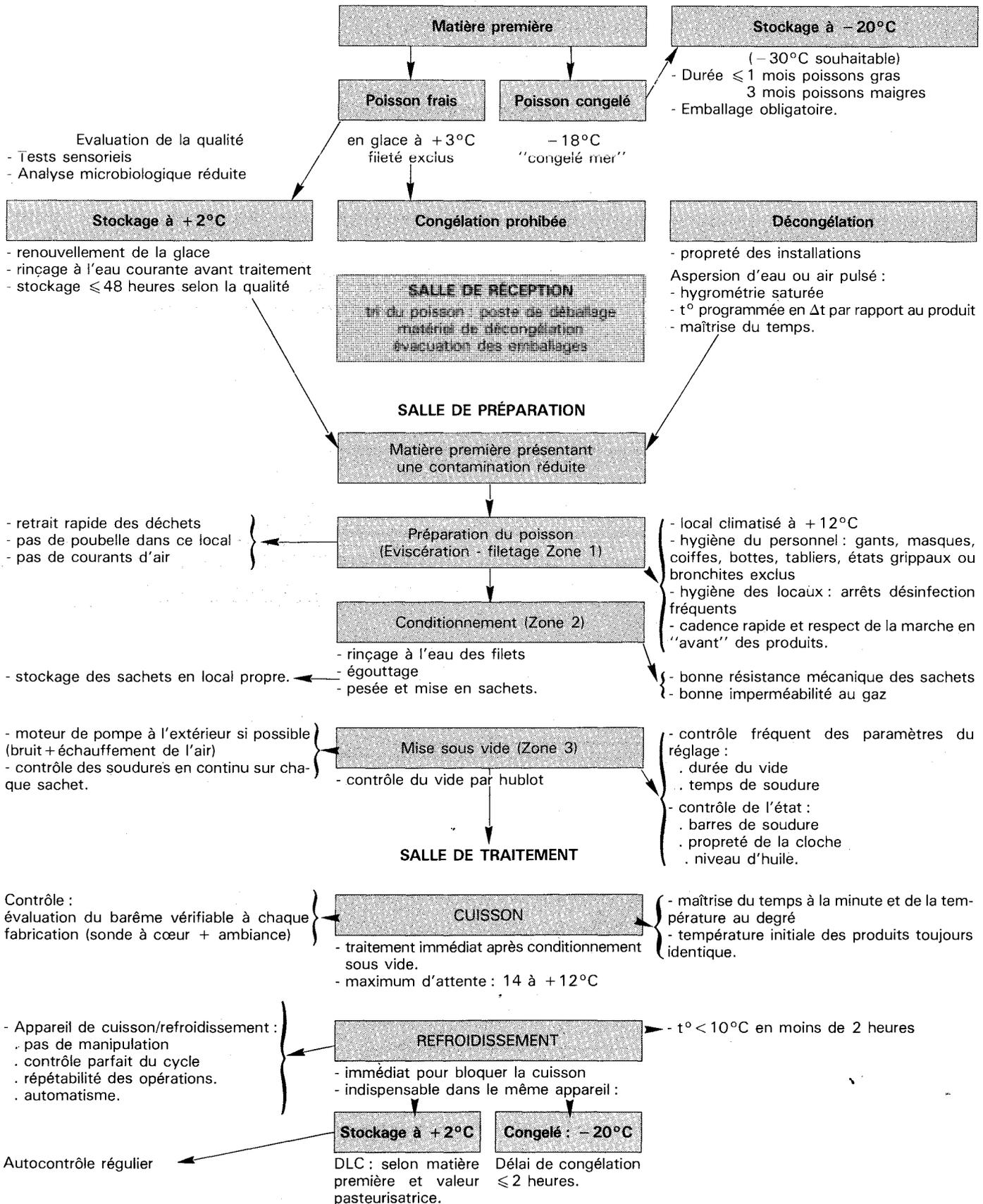
Pour Streptocoque D, on a : $Z = 10^\circ\text{C}$.

4. Valeur pasteurisatrice partielle (relevée toutes les minutes) :

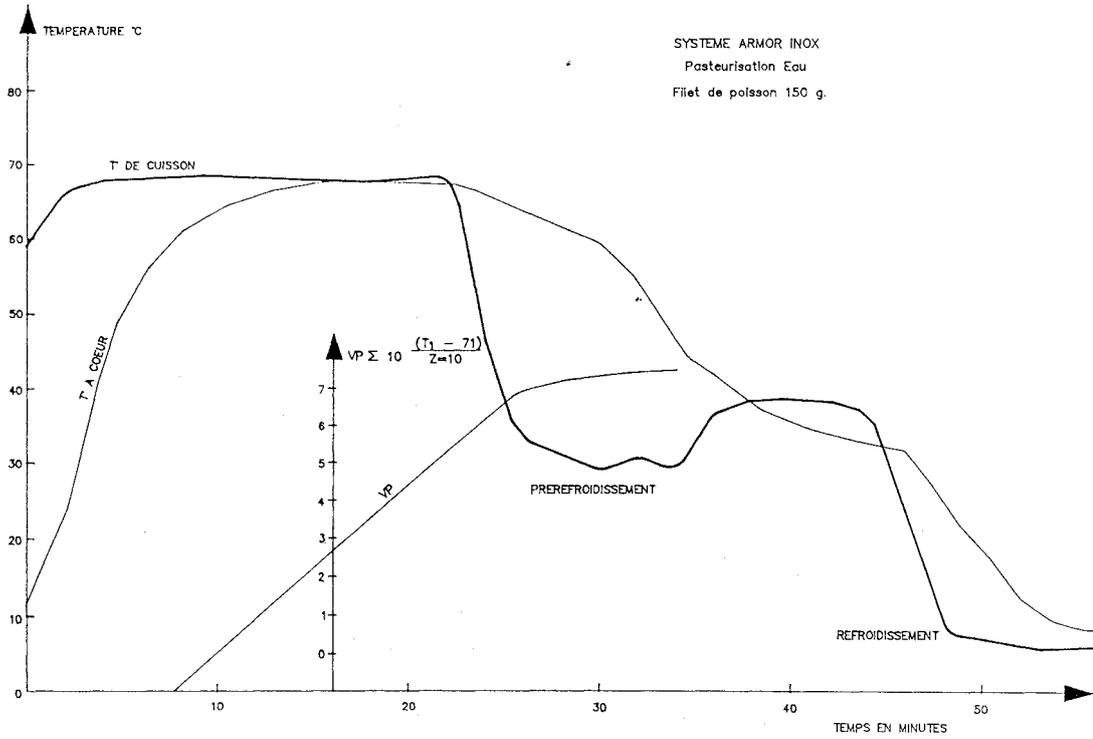
$P_{70}^{10} = 1 \text{ mn} \times 10^{\frac{T1-T}{Z}}$ où T_1 est la température au point critique.

Si $T_1 = 70^\circ\text{C}$ on a,

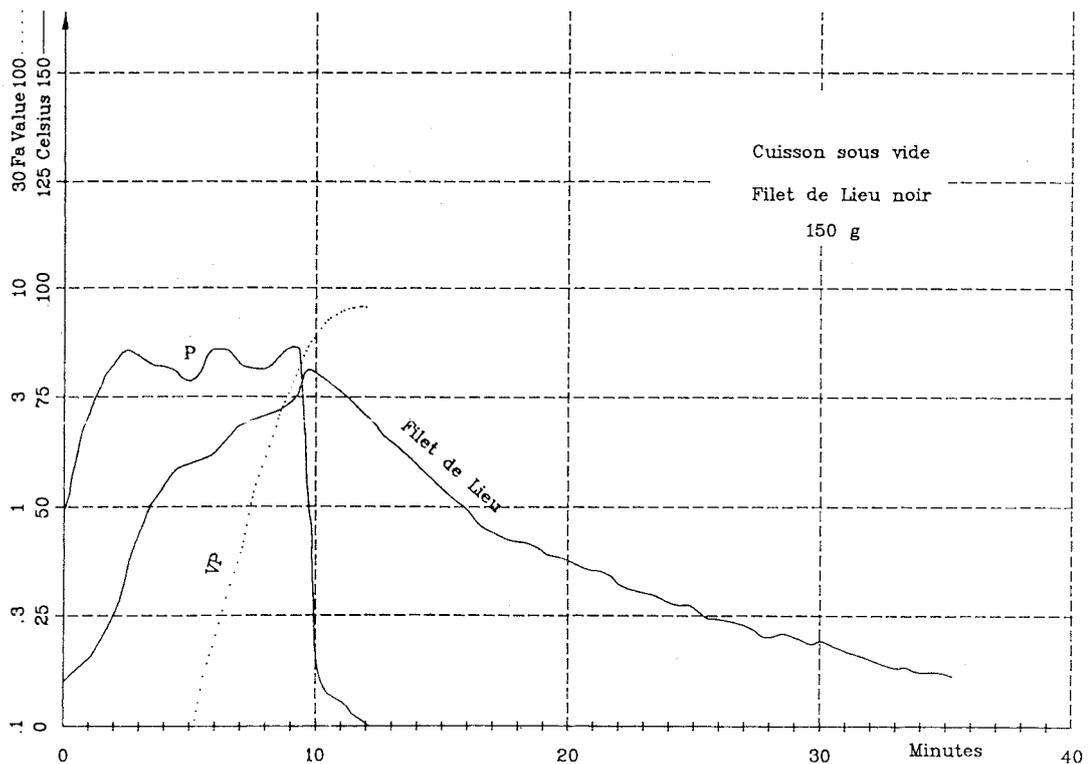
ORGANISATION DU PROCÉDÉ DE CUISSON SOUS VIDE



Courbe 1 : Cuisson et refroidissement à l'eau



Courbe 2 : Cuisson à la vapeur et refroidissement à l'air



totale. On obtient une réduction en 2,95 mn, il faut donc $8 \times 2,95$ soit 23,6 mn. Le traitement pasteurisateur sera de 24 mn à 70°C à cœur.

Traitement thermique à appliquer :

Les tests organoleptiques ont démontré que le produit considéré supportait la température maximum à cœur de 65°C. Le traitement peut être le suivant :

$$P_{70}^{10} = 24 \text{ mn} = t \times 10^{\frac{65-70}{10}}$$

$t = 80 \text{ mn}$ à 65°C au point critique.

Applications au poisson

La note vétérinaire du 31 mai 1988 concernant le protocole permettant d'obtenir les autorisations de prolongation de durée de vie des plats cuisinés à l'avance précise que :

"Les plats cuisinés portés à cœur à une température au moins égale à 65°C, avec application d'une valeur pasteurisatrice au moins égale à 100 (germe de référence *Streptococcus Fecalis*) ont une durée de vie placée sous la responsabilité du fabricant de 21 jours".

Cependant une dérogation peut être accordée pour des traitements thermiques plus faibles.

En général les traitements appliqués en cuisson sous vide du poisson visent à préserver au maximum les qualités organoleptiques, et c'est l'intérêt de cette technologie. En conséquence la pasteurisation se fait souvent à basse température (70°C en ambiance et 65 à 68°C à cœur) et la valeur P_{70}^{10} dépasse rarement 10. Au-delà de cette valeur, il y a rapidement un changement de la qualité caractérisé par une texture plus sèche et une augmentation de l'exsudat ainsi qu'un début de brunissement. C'est le cas par exemple pour le cabillaud, la lotte, le merlan, le flétan, etc.

Les courbes 1 et 2 sont l'exemple de barèmes pratiqués dans l'industrie. En comparant les 2 courbes, on constate au passage la différence de précision dans la régulation entre la cuisson en vapeur et celle effectuée dans l'eau.

Il y a une marge importante entre le barème préconisé par les services vétérinaires $P_{70}^{10} = 100$, l'étude Ifremer $P_{70}^{10} = 24$ et les barèmes de cuisson/pasteurisation généralement appliqués $P_{70}^{10} = 10$.

Dans le premier cas, il s'agit de barème de "sécurité" limitant les risques chez les fabricants non spécialisés ou mal équipés, et ne connaissant pas la durée et la nature du circuit commercial en amont et en aval des produits. Dans ce cas, la responsabilité de la détermination de la

durée de vie autorisée jusqu'à 21 jours est placée sous la responsabilité du fabricant.

Dans le deuxième cas, il s'agit d'un barème de sécurité possible optimisant cuisson/pasteurisation applicables aux produits de la mer chez les industriels maîtrisant parfaitement leur approvisionnement en matière première, leur procédé de traitement et la filière de distribution. Dans ce cas, une demande de dérogation pour une autorisation de D.L.C. à 21 jours doit être faite conformément à la note vétérinaire du 31/05/88.

Dans le troisième cas, on privilégie d'abord la cuisson en appliquant un barème de faible valeur. Cette procédure nécessite une maîtrise parfaite de l'approvisionnement : pas d'achat de poissons filetés et stockage réduit de la matière première. L'atelier de filetage doit être pratiquement stérile (salle blanche). Le délai d'attente après conditionnement sous vide ne doit pas excéder 1 heure en salle climatisée à 15°C afin de limiter l'altération par les bactéries anaérobies. Le matériel de traitement doit permettre de maîtriser la cuisson en température au degré près et le temps à la minute près, compte tenu de la très faible valeur pasteurisatrice appliquée au produit. La demande de dérogation pour une D.L.C. à 21 jours est identique au deuxième cas.

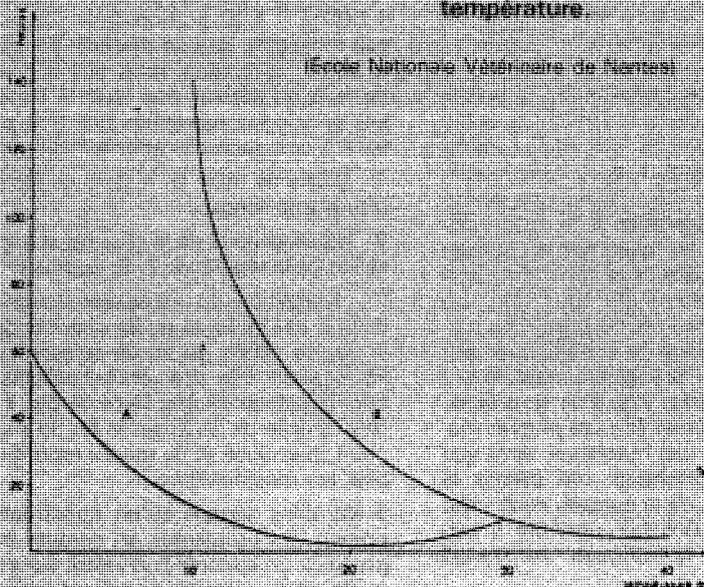
Principe du refroidissement rapide

La législation impose une descente en température à cœur de tous les produits à moins de 10°C en moins de 2 heures pour éviter de laisser le produit à des températures "intermédiaires" favorables au développement microbien. Au-delà de ce délai, on place les produits dans des conditions idéales d'incubation avec le risque de dépasser le temps de latence de certaines souches (courbes 1). Le temps de deux heures laissé par la législation pour effectuer cette opération n'impose pas une débauche d'énergie pour parvenir à ce résultat, aussi, selon le type de matériel, un prérefroidissement est-il possible en limitant la puissance frigorifique installée.

Un autre intérêt très important du refroidissement est le blocage de la cuisson. En effet, lorsque l'on cesse de chauffer il n'y a pas arrêt immédiat de la cuisson, mais continuité et ce jusque vers 55°C à cœur dans le cas du poisson. Compte tenu qu'en fin de cuisson la température atteint ou dépasse 65°C, il arrive souvent que les valeurs pasteurisatrices soient supérieures à celles du palier de chauffe sur cette séquence. On comprend l'intérêt de la rapidité indispensable de l'enchaînement de l'opération cuisson-prérefroidissement afin de descendre dans les plus brefs délais à une température inférieure à 55°C à cœur.

Courbe 1 : Phases de latence, en heures, pour les germes psychotrophes (Courbe A) et mésophiles (Courbe B) en fonction de la température.

École Nationale Vétérinaire de Nantes



On peut en déduire que l'opération de refroidissement peut se scinder en deux étapes : un prérefroidissement avec pour objectif de bloquer la cuisson dans un délai le plus rapide possible et ensuite un refroidissement qui, lui, peut être appliqué sur la plage de temps restant des 2 heures autorisée pour effectuer le refroidissement.

Le produit fini est immédiatement stocké en chambre froide à +3°C.

Dans le cas de produits présentés congelés, la congélation à -18°C à cœur doit avoir lieu dans les deux heures suivantes.

technologie de fabrication

En se référant au diagramme de fabrication nous constatons que la technique comporte plusieurs phases distinctes. Plus que dans d'autres procédés de transformation, le temps ici, est minuté aussi bien pour des raisons d'hygiène que pour satisfaire aux exigences de qualité. Un atelier bien conçu doit permettre de respecter le principe de la marche en avant et d'enchaîner rapidement les opérations. Les produits doivent arriver à la même température en entrée de pasteurisateur. Le matériel doit permettre de limiter au maximum les manipulations. Il ne s'agit pas de se contenter ici de marmites de cuisson régulées approximativement ou de fours à vapeur présentant une hétérogénéité de chauffe de $\pm 10^\circ\text{C}$ par exemple.

Choix du matériel

Côté réception des matières premières nous trouvons une chambre froide à +2°C et un congélateur à -20°C.

Les produits doivent pouvoir être acheminés directement dans une salle de préparation climatisée à +12°C. Les plans de travail sont en inox. Un emplacement de ce local est prévu pour la décongélation de produits dans de bonnes conditions : soit par aspersion d'eau ou en cellule à air pulsé et hygrométrie saturée. Une troisième zone de ce local est réservée au conditionnement sous vide : on y trouve la balance pour la pesée des portions et la machine de conditionnement sous vide. Les premières machines à thermosouder sous vide d'air sont apparues dans les années 60. Les progrès réalisés depuis sur ces machines, ainsi que sur les films plastique, ont permis le développement de la cuisson sous vide. Ces machines doivent répondre à certains critères spécifiques au travail demandé :

- le vide obtenu doit pouvoir être inférieur à 15 millibars,

- elles doivent être équipées d'un vacuomètre à contact afin de pouvoir conditionner les produits chauds,

- un hublot permet de visualiser les produits pendant l'opération,

- la remise à pression atmosphérique doit être progressive pour éviter l'écrasement des produits. Un bon dégazage exige un temps de maintien sous vide suffisamment long,

- le temps de scellage est réglable pour s'adapter au divers agents de soudure,

- ces machines doivent être conformes à la norme AFNOR U 60010 de décembre 82.

Les matériaux de conditionnement doivent répondre à la législation en vigueur : directive CEE du 18/10/82 qui stipule entre autre que leurs composants ne doivent céder ni donner de goût aux produits. Ils doivent également posséder une bonne imperméabilité aux gaz et en particulier à l'oxygène (perméabilité inférieure ou égale à 50 cc/m² / 24 h/atm selon le fabricant Grace Cryovac). La résistance mécanique doit être bonne de façon à subir les manipulations sans se rompre et la résistance thermique doit permettre aux soudures de tenir aux températures de cuisson et de réchauffage. Les caractéristiques de ces emballages doivent être stables dans le temps.

Après conditionnement sous vide, les sachets ou emballages semi-rigides sont disposés sur les grilles d'un chariot ou cadre porteur, et acheminés vers le local de traitement thermique. Selon l'importance de l'unité de production, on trouve divers types d'installations, dont certains ne conviennent pas et ce généralement dans les petites entreprises produisant 1 000 à 1 500 portions/jour. Dans ce cas il n'existe pas de matériel adapté à la petite fabrication, mais des appareils de cuisson dérivés des fours à vapeur. Les principaux reproches que l'on peut faire à ces appareils sont les suivants :

1 - Délais de mise en régime de température trop longs.

2 - Hétérogénéité de la chauffe et imprécision de la régulation (voir courbe n°2).

3 - Obligation de manipuler les grilles dans le cas de fours ou les chariots dans le cas de cellule en fin de cuisson pour les expédier très vite vers les cellules de refroidissement rapide. Dans ce cas, il est très difficile de maîtriser la fin du traitement thermique et de rendre reproductibles les manipulations.

Il est donc temps qu'un constructeur prenne ces problèmes en compte pour proposer un appareil polyvalent dans lesquels pasteurisation et refroidissement seront intégrés et ce à l'usage des petites unités.

Dans les unités plus importantes, un matériel spécifique est proposé : pour la cuisson et le refroidissement, la technologie est celle de l'immersion totale en eau (procédé Armor Inox schéma 1). Il s'agit d'un ensemble de cuves de cuisson (jusqu'à 6 possibles) de capacité unitaire de 450 l pour un taux de chargement de 50 à 150 kg par cuve autorisant la production de 7 000 plats/jour.

Le dispositif de chargement se fait par le haut dans la cuve. Les produits sont installés sur des clayettes. L'eau chaude et l'eau froide sont stockées dans des cuves situées sur le dessus des marmites. Ce type d'installation offre une grande précision de régulation ainsi qu'une bonne homogénéité. Il est cependant destiné aux unités ayant une production importante compte tenu de l'investissement.

Deux constructeurs d'autoclaves horizontaux, Lagarde (chauffage direct à la vapeur et homogénéisation par brassage) ainsi que Barriquand (chauffage par ruissellement d'eau - schéma 2) proposent un matériel adapté à la pasteurisation avec une possibilité de refroidissement intégré à l'appareil (injection de CO₂ pour le premier et eau glacée pour le deuxième).

Etiquetage

Les plats cuisinés seront étiquetés immédiatement après refroidissement en chambre froide et séchage.

Il sera mentionné :

- la date de leur cuisson
- la marque de salubrité
- la température d'entreposage obligatoire
- "à consommer avant le..."
- le poids net
- la liste des ingrédients
- la dénomination de vente
- le nom et la raison sociale de l'établissement
- un mode d'emploi.

conclusion

La cuisson sous vide est une technique simple... en apparence. En effet qu'y a-t-il de plus évident que d'ensacher un poisson dans un sac pour le cuire ! Cependant entre la réalité culinaire au stade du laboratoire, les impératifs de production industrielle et la distribution, il existe un pas qu'il faut savoir franchir. Il en est de même pour toutes les techniques de transformation, que ce soit le fumage et la conserve artisanaux par rapport à la fabrication industrielle. Dans le cas des PCSV, il existe un réel fossé entre la petite fabrication inférieure

à 1 500 plats/jour et les unités plus importantes. Paradoxalement, à l'heure actuelle, il est plus "facile" de fabriquer 5 000 plats cuisinés par jour ! En effet, il existe pour cette cadence, ainsi que nous l'avons décrit, quelques matériels concurrents qui permettent d'optimiser au maximum la qualité et le rendement. Au-dessous de ce seuil, l'entreprise est plus hasardeuse, le matériel induisant des problèmes de reproductibilité des séquences ainsi qu'une augmentation des manipulations. Les conséquences sont une hétérogénéité sensible de la qualité et une augmentation des coûts de fabrication.

Il devient vital, si l'on veut permettre aux restaurateurs ou petites entreprises de pratiquer cette technique dans de bonnes conditions, de disposer d'un matériel abordable en prix et performant au niveau des capacités de production (cuisson et refroidissement intégrés).

Compte tenu de l'augmentation croissante de la production de PCSV, il est important, pour préserver l'image de marque du produit de qualité, de sensibiliser les professionnels à une bonne pratique de la technique. Nous sommes au début d'une révolution où l'art culinaire et l'industrie se rencontrent pour mettre à la disposition du consommateur les recettes des "chefs" que ce soit à domicile,

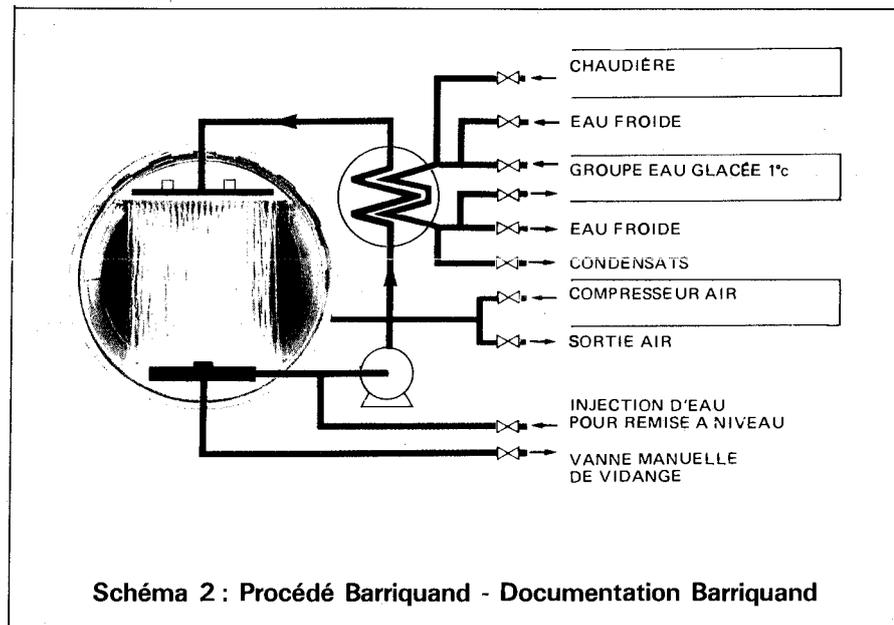


Schéma 2 : Procédé Barriquand - Documentation Barriquand

ou dans les plus grands restaurants. La cuisine de l'an 2000 est en route : les restaurateurs vont connaître un bouleversement de leurs modes de travail, qu'ils soient traditionnels ou collectifs. Souhaitons-leur bonne chance ! On peut conclure sur une phrase de M.

Rosset, contrôleur général des services vétérinaires : "L'art, la théorie et la pratique ne doivent pas être séparés : leur association scrupuleuse se traduit par l'élaboration d'un produit excellent... mais tout écart est éminemment dangereux".

Sch. 1 : SCHÉMA DE PRINCIPE DU PROCÉDÉ THERMIX (Documentation Armor Inox)

