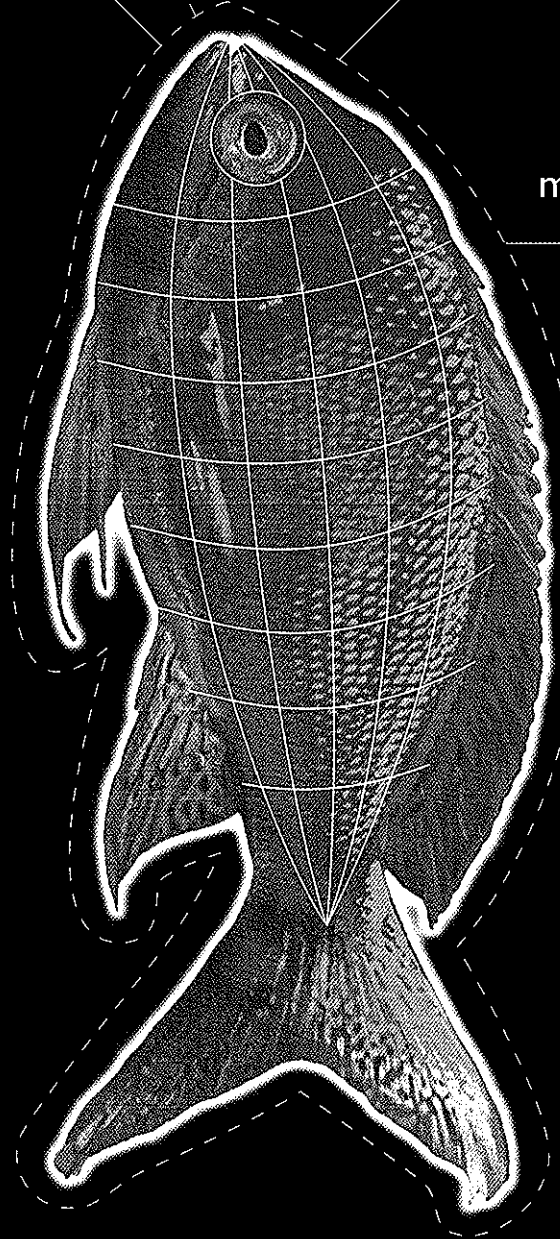


**RECHERCHE DE
METHODES ANALYTIQUE
RAPIDES ET OBJECTIVES**



methodes pour

determiner la

fraîcheur du

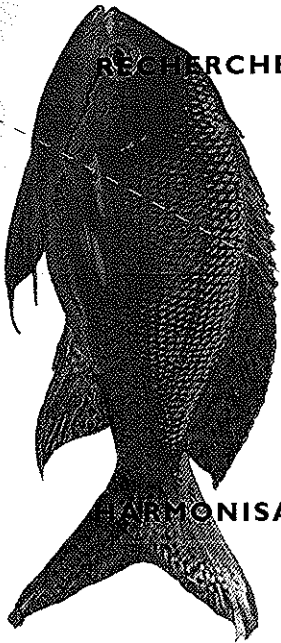
poisson dans

la recherche

et l'industrie

evaluation de la fraîcheur du poisson

RÉCHERCHE POUR L'INDUSTRIE DU POISSON

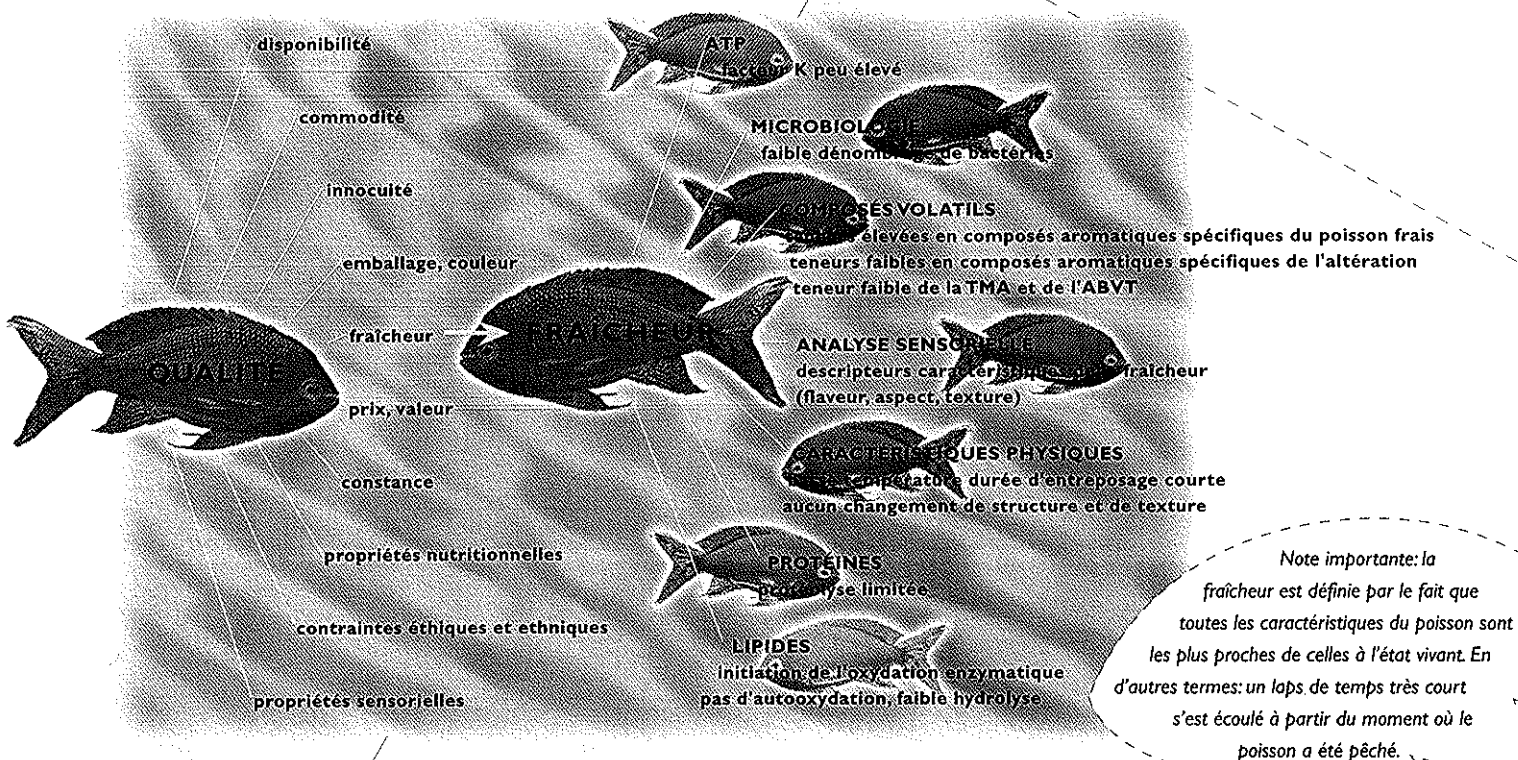


La fraîcheur est essentielle pour la qualité du poisson. Les principaux laboratoires européens travaillant dans le domaine du poisson ont établi une coopération dans le but de trouver des méthodes analytiques rapides et objectives pour évaluer la fraîcheur du poisson. L'objectif général de leur action concertée est la validation de méthodes et la définition de critères pour l'évaluation de la fraîcheur du poisson. Les chercheurs travaillent en différents sous-groupes dans les domaines de la microbiologie, des mesures physiques et chimiques et de l'analyse sensorielle. Ces laboratoires comptent que leur action concertée vienne à l'appui de la filière poisson dans leurs activités de contrôle de la qualité. Cette brochure résume l'état actuel de la recherche et les objectifs futurs.

HARMONISATION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE

Depuis des siècles, la fraîcheur du poisson a été mesurée exclusivement par des critères subjectifs. Mais, la fraîcheur peut aussi être déterminée à l'aide de caractéristiques objectives. Des expériences d'entreposage contrôlé peuvent permettre de mettre en évidence les modifications des propriétés du poisson depuis sa pêche jusqu'à son rejet pour la consommation humaine. La fraîcheur, la perte de fraîcheur et le rejet final peuvent ainsi être enregistrés permettant d'établir un modèle de prédiction de la fraîcheur et de la "durée de vie restante" du poisson.

La corrélation d'un certain nombre de mesures obtenues par différentes méthodologies avec l'évaluation sensorielle (par l'odeur, la couleur ou le goût) permet d'obtenir des modèles plus précis. Le travail en cours dans le cadre de cette action concertée européenne est de focaliser sur l'harmonisation des activités de recherche dans sept domaines différents pour apprécier la fraîcheur du poisson. L'objectif final est de développer des méthodes communes qui permettront à l'industrie d'évaluer avec des outils pratiques la fraîcheur et les modifications de fraîcheur du poisson et des produits à base de poisson et de donner des indications générales aux chaînes de production.





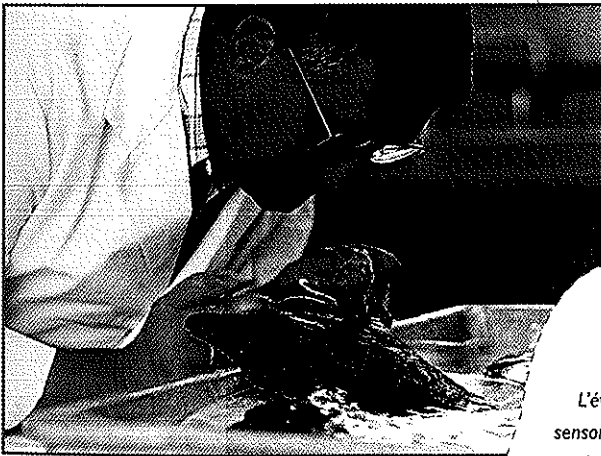
EVALUATION SENSORIELLE

Le test sensoriel est encore le test le plus utilisé universellement pour noter la fraîcheur du poisson. L'aspect, l'odeur, le goût et la texture du poisson représentent les principaux paramètres de cette analyse. L'analyse sensorielle peut être réalisée selon trois séries d'épreuves différentes :

- épreuves discriminatoires permettant de détecter les différences entre les échantillons;
- épreuves décrivant chaque caractéristique de façon objective en notant, par exemple, sur une échelle de 1 à 10;
- épreuves mesurant l'acceptabilité et les préférences des consommateurs.

Il y a différentes façons de décrire les modifications sensorielles qui apparaissent dans le poisson. En Europe, la méthode la plus utilisée par les services vétérinaires et dans l'industrie pour évaluer la qualité du poisson à l'état cru est le tableau de cotation de la communauté européenne. Une autre méthode objective pour évaluer le poisson cru est la Quality Index Method (QIM), cette méthode se développe de plus en plus. Les méthodes QIM décrivent un modèle qui permet de prédire les caractéristiques restantes du poisson avant son altération. Il est aussi commun, dans l'industrie et les laboratoires, de pratiquer une évaluation sensorielle sur les filets à l'état cuit. Dans ce cas, le tableau de cotation de la Torry est le plus utilisé.

Les laboratoires de recherche européens sont en train de discuter d'un schéma directeur pour l'évaluation sensorielle de la fraîcheur du poisson. L'uniformisation de ce type de recherche contribuera au développement de jurys entraînés dans l'industrie pour contrôler la qualité du poisson à la production.

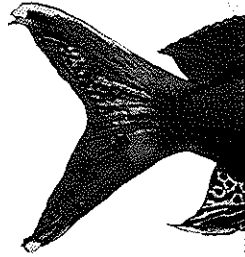


L'évaluation sensorielle du poisson est utilisée pour analyser et interpréter les caractéristiques du poisson perçues à travers les différents sens, la vue, l'odorat, le goût et le toucher.

L'EVALUATION SENSORIELLE DU POISSON



TESTS MICROBIOLOGIQUES ET MODÉLISATION PRÉDICTIVE



Le poisson fraîchement pêché contient une flore microbiologique variée, mais la croissance et l'activité de certains groupes de micro-organismes déterminent la durée de vie du poisson.

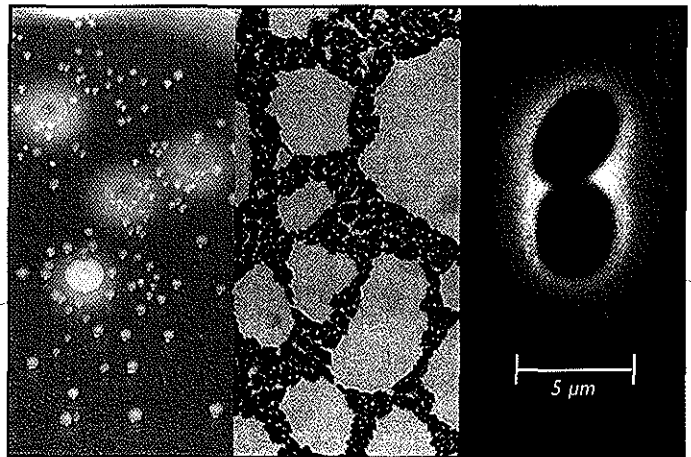
Les chercheurs européens étudient différentes applications de tests microbiologiques. Ils réalisent leurs études sur du poisson de différentes origines géographiques, entreposés sous des conditions diverses de température et d'atmosphère (atmosphère modifiée, absence d'air par ex.).

Durant l'entreposage réfrigéré, les micro-organismes psychrotolérants constituent la flore principale. Une bonne corrélation a été trouvée entre ces micro-organismes, les conditions d'entreposage et la durée de vie restante du produit avant son rejet. Le comptage différentiel de certains groupes de micro-organismes est utilisé comme une mesure de la fraîcheur du poisson. Les micro-organismes comptés incluent aussi bien des genres comme *Pseudomonas spp.* et *Shewanella putrefaciens* dans le poisson réfrigéré que *Brochothrix thermosphacta* et *Photobacterium phosphoreum* dans certains poissons entreposés sous atmosphère modifiée.

Les meilleurs résultats sont néanmoins obtenus en utilisant des méthodes de détection relativement longues, telles que le comptage sur boîte de Pétri ou d'autres techniques nécessitant une incubation. Du fait de leur temps de réponse long, ces techniques ne sont pas les meilleures pour une utilisation pratique dans l'industrie. Par conséquent, les chercheurs concentrent leurs études sur le développement de nouvelles méthodes rapides pour la concentration, la séparation et le comptage des micro-organismes.

Des modèles mathématiques utilisés en combinaison avec des tests microbiologiques permettent de prédire la durée de vie restante avant rejet du poisson entreposé sous des conditions de températures fluctuantes souvent observées dans la pratique.

MODELES PREDICTIFS



METHODES MICROBIOLOGIQUES

La durée de vie restante avant rejet du poisson entreposé sous des conditions de température et d'atmosphère constantes peut être déterminée par des techniques microbiologiques

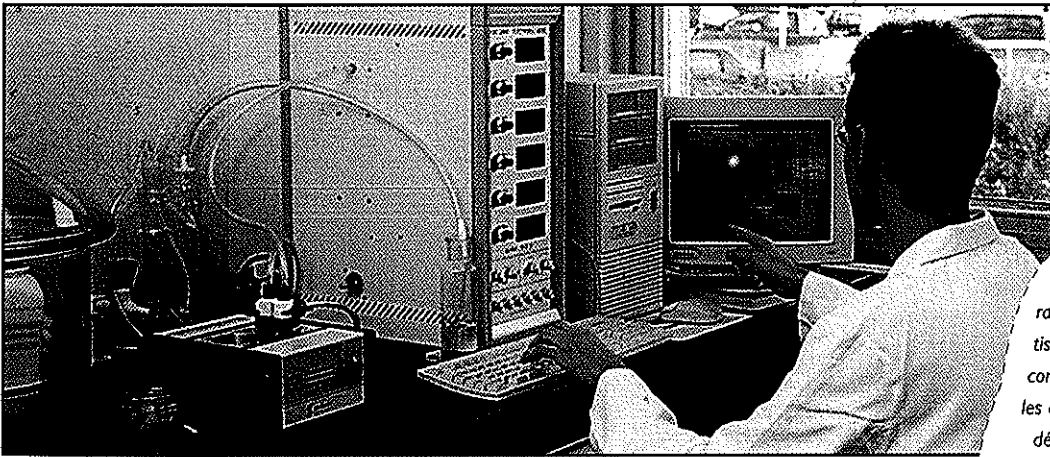
3

COMPOSÉS VOLATILS

L'odeur est un des paramètres les plus importants utilisés pour évaluer la fraîcheur du poisson. La mesure des composés volatils de l'espace de tête peut être appliquée pour identifier les différents groupes de composés volatils. En fonction des concentrations des composés volatils présents dans l'espace de tête, différentes méthodologies sont utilisées pour les échantillonner et les mesurer. Bien que des instruments extrêmement automatisés pour le piégeage et la séparation chromatographique soient sur le marché, la complexité, les coûts et le temps requis pour ces méthodes font qu'elles ne sont réalisables que dans les laboratoires de recherche spécialisés.

Les méthodes chimiques classiques de l'analyse des bases volatiles totales (ABVT) et de la triméthylamine (TMA) dans le muscle du poisson sont utilisées traditionnellement dans la filière pêche.

L'industrie alimentaire a besoin de méthodes d'appréciation des composés volatils pour évaluer la fraîcheur ou l'altération en relation avec l'odeur. L'utilisation d'appareils munis de capteurs à gaz, appelés nez électroniques, est d'un intérêt croissant. L'évaluation du saumon et du merlan à l'aide d'un nez électronique a montré que les échantillons testés pouvaient être effectivement classés dans les catégories bonne, acceptable et non acceptable.



Méthode rapide et automatisée de mesure des composés volatils dans les aliments utilisée pour détecter l'altération.

L'utilisation d'appareils munis de capteurs à gaz ouvrent des perspectives prometteuses.

Toutefois, il sera nécessaire d'établir des méthodes standardisées et validées pour le futur développement de ce type d'appareils.

NEZ ELECTRONIQUE



4 PROTEINES DU MUSCLE DE POISSON

Les protéines sont les constituants majeurs de la chair de poisson. Les chercheurs ont étudié l'effet de l'entreposage post mortem du poisson sur les protéines. Les protéines du muscle du poisson peuvent être classées en différentes catégories :

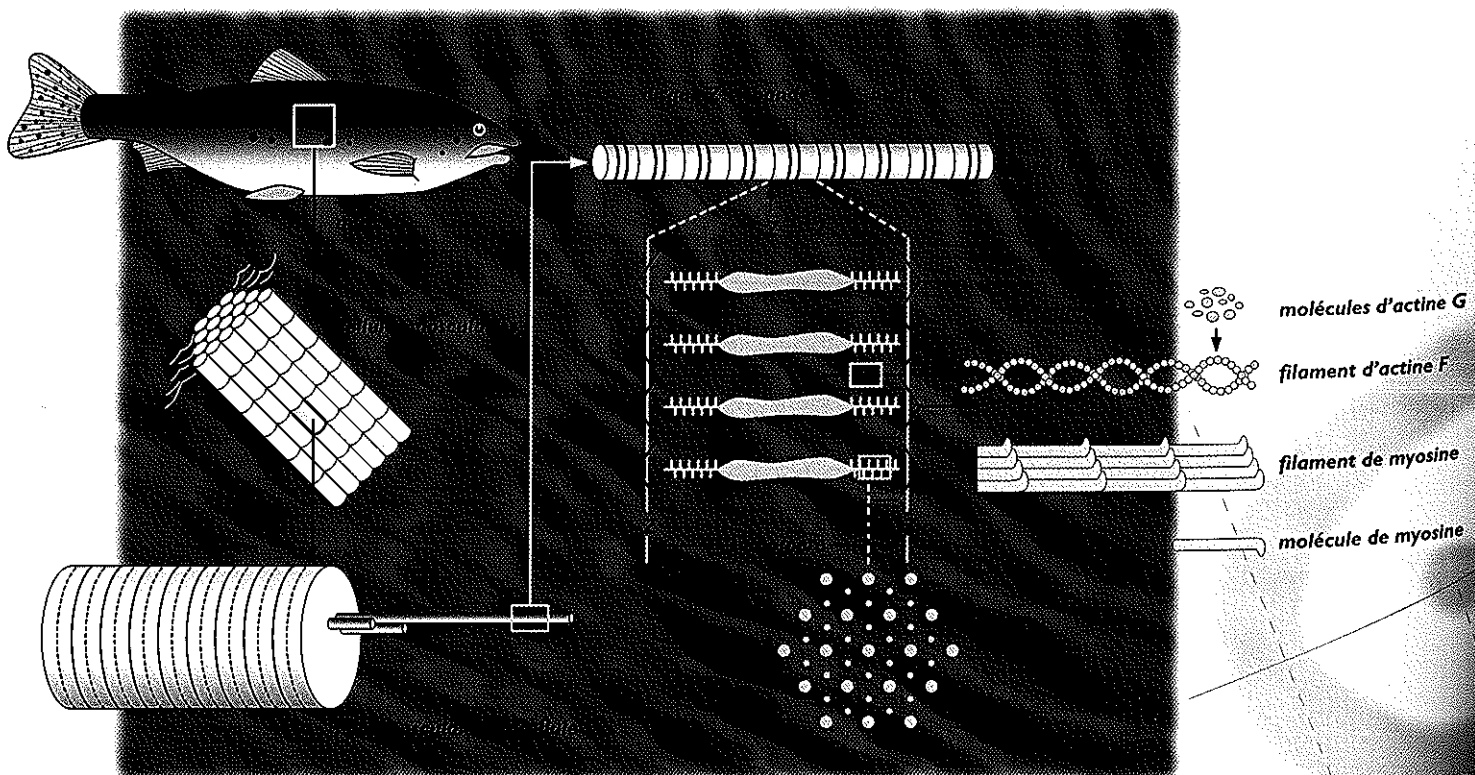
- les protéines solubles dans l'eau (ou protéines sarcoplasmiques) ;
- les protéines contractiles, qui exécutent les mouvements musculaires et qui sont extractibles dans des solutions de force ionique relativement élevé ;
- les protéines insolubles ou de soutien (principalement le collagène) qui sont les constituants principaux du tissu conjonctif.

Des études ont montré que durant l'entreposage post mortem, il n'y a pas de modifications des protéines solubles dans l'eau que ce soit dans leur composition ou leur activité enzymatique. Il n'est pas observé de changement non plus dans la majorité des protéines contractiles. Les cellules musculaires ou fibres sont toutefois touchées par l'action d'enzymes responsables de l'affaiblissement de la texture.

Les protéines de soutien sont des constituants relativement mineurs du muscle mais sont importantes pour la structure et l'arrangement des cellules musculaires. Malgré des résultats contradictoires, il est généralement admis qu'une certaine dégradation par les enzymes contribue à l'amollissement général de la chair du poisson.

En général, les protéines musculaires ne sont pas dégradées durant l'entreposage. Les chercheurs expliquent l'amollissement du muscle par le fait que certains constituants cellulaires non majoritaires, liant les unités structurales principales entre elles, soient dégradées. Ces modifications peuvent être observées au microscope. Il est difficile de les mesurer du fait de la nature inhérente des protéines musculaires. Les modifications des protéines peuvent être déterminées uniquement après extraction/purification qui demandent des techniques longues et spécialisées, dont l'utilisation est possible uniquement dans les laboratoires de recherche. En conséquence, ces méthodes ne conviennent pas pour une utilisation pour l'industrie.

Actuellement, il n'y a pas de méthodes rapides pour déterminer les modifications apparaissant dans les protéines musculaires durant l'entreposage post mortem. Il y a peu de perspectives pour que des méthodes convenant à des tests en industrie apparaissent. Des méthodes instrumentales de mesure de la texture, toute fois, sont d'un avenir plus prometteur.

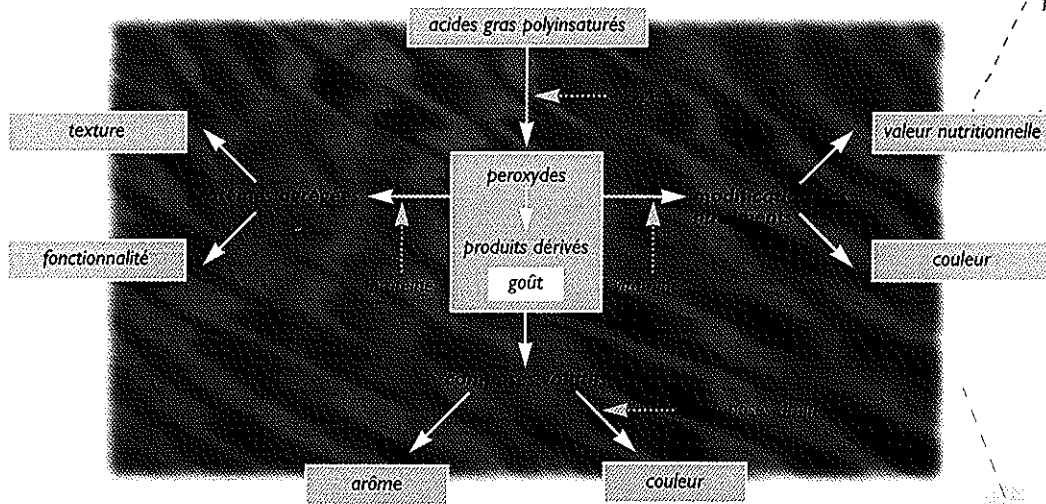


5

OXYDATION DES LIPIDES DANS LE POISSON

Les lipides très insaturés du poisson sont facilement oxydés et contribuent de ce fait fortement aux altérations d'odeur, de goût, de texture, de couleur et de valeur nutritionnelle. A des températures inférieures à 0°C, l'oxydation des lipides est le facteur déterminant pour la durée de conservation.

Différentes techniques pour enregistrer la progression de l'oxydation des lipides sont utilisées dans les laboratoires de recherche. Il est recommandé d'utiliser plus d'une technique car les produits d'oxydation sont très instables. Si, une seule technique est utilisée, les résultats peuvent être difficiles à interpréter et sont souvent trompeurs. Dans l'industrie du poisson, il y a seulement quelques méthodes qui sont appliquées en routine pour suivre l'oxydation des lipides. Parmi celles-ci, les mesures de l'indice de peroxydes et des aldéhydes sont les exemples principaux.



Une recherche plus fondamentale est nécessaire pour mettre au point de nouvelles techniques pour ce type d'investigation.





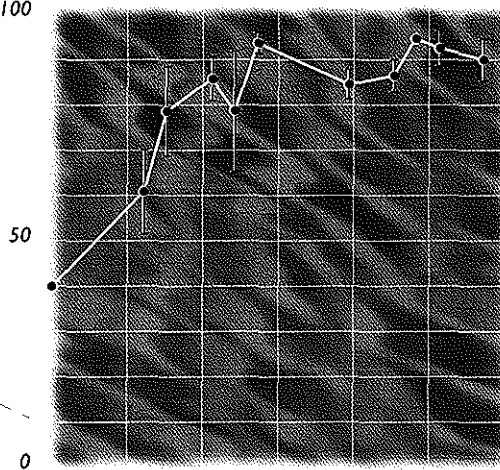
DÉGRADATION DE L'ATP COMME INDICATEUR DE FRAÎCHEUR

Après la mort, plusieurs réactions chimiques prennent place dans le poisson. L'adénosine triphosphate (ATP) joue un rôle important dans ce processus. Après la mort, l'ATP est rapidement dégradé en inosine et hypoxanthine.

Le taux de dégradation de l'ATP est exprimé par le facteur K. Dans le poisson frais, le facteur K est faible. Le facteur K est un indicateur de fraîcheur fiable pour le poisson congelé, fumé ou entreposé sous atmosphères modifiées. Le facteur K dépend de diverses variables. Il varie selon l'espèce de poisson, la méthode d'abattage et les conditions durée / température de l'entreposage et des manipulations. Ceci implique que, pour chaque espèce de poisson et pour chaque type d'entreposage et de procédé, un profil d'évolution du facteur K soit établi avant que les mesures du facteur K soient utilisées pour évaluer la fraîcheur. Du fait du temps et des coûts que nécessitent une telle technique, le facteur K est peu utilisé dans l'industrie.

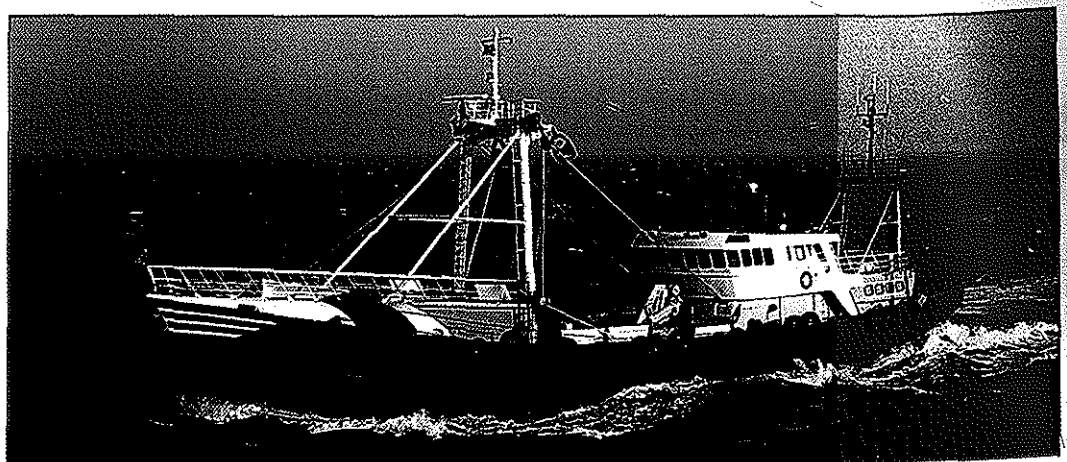


facteur K (%) 100



Il est généralement admis que la dégradation de l'ATP soit un indicateur efficace pour mesurer la fraîcheur du poisson dans un proche avenir. Pour un futur développement de cette mesure, il est nécessaire de mettre au point des mesures de dégradation de l'ATP peu onéreuses, fiables et rapides.

Durée d'entreposage du merlan sous glace (jours)



7

UN OEIL SUR LES MESURES DE STRUCTURE ET DE COULEUR

Les modifications physiques dans le poisson résultant du déclin de la fraîcheur sont principalement reliées à la structure et à la couleur. Il y a diverses méthodes pour mesurer les changements physiques.

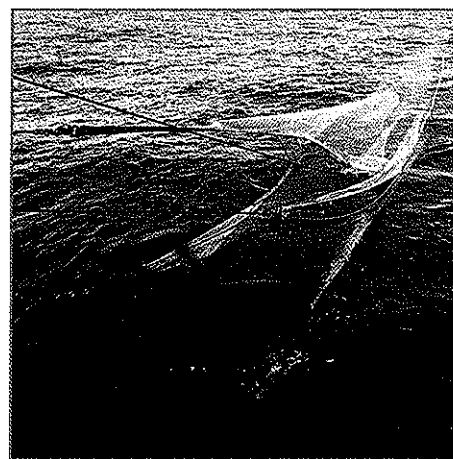
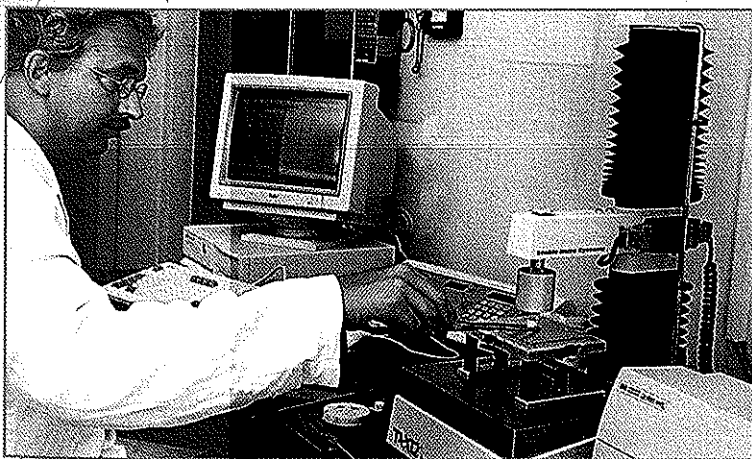
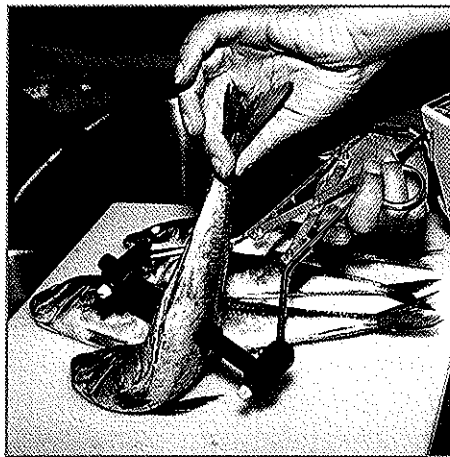
Mesures de texture

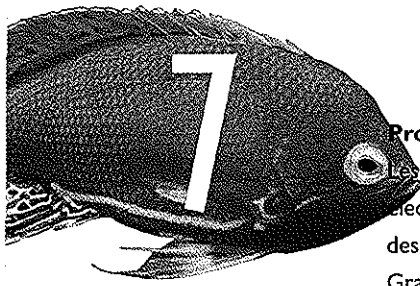
Les texturomètres sont des instruments qui déterminent les changements de texture du muscle de poisson. La texture du poisson est difficile à mesurer à cause du manque d'uniformité de la structure musculaire. Il n'est pas facile de préparer des échantillons standardisés. Ceci a fait qu'il existe beaucoup de procédures pour préparer les échantillons et des variations dans les résultats. Les mesures du poisson ont été comparées aux résultats de l'analyse sensorielle et certains résultats ont montré une bonne corrélation.

Caractérisation de la microstructure

Une autre manière d'évaluer la structure du poisson frais est de caractériser le muscle de poisson au niveau de la microstructure. Il y a différentes techniques disponibles: la microscopie optique, la microscopie électronique à balayage ou à transmission. Un affaiblissement des tissus conjonctifs a été mis en évidence pour être une des raisons de l'attendrissement du muscle du poisson à l'état post mortem. Les modifications post mortem du cabillaud et du saumon ont aussi un impact sur la capacité de rétention d'eau.

Il existe diverses méthodes physiques qui donnent des informations sur les paramètres liés à la fraîcheur du poisson. Aucune d'entre elles offre à la filière poisson une réponse unique et non ambiguë à la question: est-ce que le poisson est frais ou non?





Propriétés électriques

Les modifications de fraîcheur du poisson peuvent être aussi mesurées par les propriétés électriques du muscle. Trois instruments sont disponibles pour mesurer les changements des propriétés électriques: le Torrymeter, le Intellectron Fish-tester et le RT-Freshness Grader. Ces différentes méthodologies ont toutes montré une bonne corrélation avec l'évaluation sensorielle. Mais, ces instruments ne peuvent pas être utilisés pour le poisson décongelé ou le poisson stocké dans l'eau de mer réfrigérée. Leur utilisation sur des filets est limitée à quelques jours. Une teneur en sel trop élevée dans le mélange eau-glace et des poissons abîmés de façon mécanique donnent des résultats erronés. L'avantage de ces appareils est leur utilisation pratique et simple et leur réponse immédiate.

Mesure de couleur et méthodes spectrométriques

Les mesures instrumentales de la couleur deviennent plus importantes dans les services contrôle qualité de l'industrie alimentaire. Des technologies avancées permettent que ces mesures soient performantes.

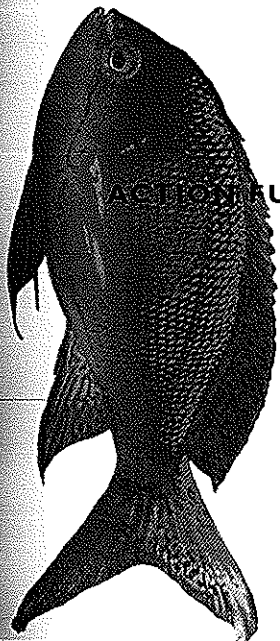
Les méthodes spectrométriques ont gagné de l'importance dans l'évaluation des paramètres de la qualité alimentaire. Les avantages de ces méthodes spectrométriques sont une analyse rapide, une mesure simultanée de plusieurs paramètres et les potentialités d'une utilisation sur ligne de fabrication.

Jusqu'ici, les méthodes spectroscopiques ont montré qu'elles étaient insuffisantes pour caractériser totalement les propriétés du poisson frais. Les futurs développements des techniques instrumentales et d'évaluation des résultats spectraux sont toutefois prometteurs. L'utilisation de la spectrométrie proche infrarouge qui donne des informations sur la durée d'entreposage du poisson frais est un exemple d'application.

Indicateurs temps-température (ITT)

Les ITT sont des appareils ou des dispositifs qui peuvent être attachés ou incorporés à un aliment pour donner une indication de son historique temps-température. Le mécanisme d'enregistrement de ces indicateurs se fait par l'intermédiaire de processus biologiques, physiques ou chimiques qui dépendent du temps et de la température. L'enregistrement peut être utilisé dans des modèles appropriés pour établir la durée de vie déterminée par la dégradation bactériologique ou enzymatique. Il est vraisemblable que ces indicateurs temps-température soient introduits progressivement dans les chaînes de froid des commerces alimentaires, en commençant par des produits à haute valeur sensibles à la température tels que la viande et le poisson.





ACTION FUTURE EN CE QUI CONCERNE L'ÉVALUATION DE LA FRAÎCHEUR DU POISSON

En réunissant les résultats des diverses recherches européennes sur la fraîcheur du poisson, il est apparu clairement quelles étaient les méthodes les plus prometteuses pour un avenir proche. Les experts des différentes disciplines coopèrent pour faciliter et améliorer la détermination de la fraîcheur pour la filière poisson.

Les **tests sensoriels** sont aujourd'hui les méthodes les plus importantes pour évaluer la fraîcheur dans le domaine du poisson. La standardisation de cette évaluation amènera à la formation de jurys spécialisés et entraînés pour le contrôle qualité de l'industrie du poisson. La Quality Index Method (QIM) est prometteuse.

Le développement des **méthodes microbiologiques** amène la possibilité d'établir des modèles mathématiques exprimant les conditions d'entreposage dans le but de déterminer la relation entre la croissance de certains micro-organismes d'intérêt et la durée de vie.

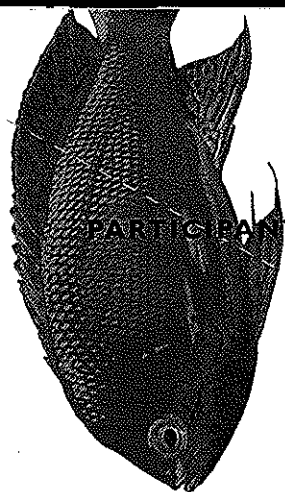
L'estimation rapide des **composés volatils** dans le poisson en utilisant des capteurs à gaz pour déterminer la fraîcheur est d'un intérêt croissant. Le développement de nez électroniques offre une perspective appropriée à la détermination de la durée de vie du poisson par son odeur.

Une recherche d'ordre plus fondamentale est nécessaire pour définir des tests permettant de déterminer la fraîcheur du poisson par la **dégradation des protéines musculaires ou l'oxydation des lipides**.

Les investigations européennes montrent des résultats prometteurs dans le développement de techniques rapides, bon marché et fiables en ce qui concerne le dosage des **métabolites de l'ATP**.

En conclusion, les diverses mesures physiques (propriétés électriques, méthodes spectroscopiques et indicateurs temps-température) donnent une information raisonnablement fiable pour déterminer la fraîcheur du poisson.

Les commerces de produits alimentaires montrent un intérêt grandissant pour des méthodes efficaces et objectives pour évaluer la fraîcheur du poisson. L'action des laboratoires européens de recherche, coopérant dans le cadre de cette action concertée est de faire la synthèse des différentes méthodes standardisées utilisant des techniques de mesures rapides et un modèle mathématique pour évaluer la fraîcheur du poisson de façon objective. Ces techniques seront utilisées en complément de l'analyse sensorielle dans un avenir proche.



PARTICIPANTS

Cette brochure a été publiée par les participants du programme d'action concertée 'Evaluation de la fraîcheur du poisson' financée dans le cadre du programme FAIR de la communauté européenne. Pour plus de détails, vous pouvez contacter un des participants.

ALLEMAGNE

Federal Research Center for Fisheries
Jörg Oehlenschläger
Palmaille 9
D-22767 Hamburg
e-mail: 100565.1223@compuserve.com

DANEMARK

Danish Institute for Fisheries Research
Jette Nielsen, Paw Dalgaard
DTU Building 221
DK-2800 Lyngby
e-mail: jn@ffl.min.dk
e-mail: pad@ffl.min.dk

ESPAGNE

Instituto del Frio
Javier Borderias, Mercedes Careche
Ciudad Universitaria
28040 Madrid
e-mail: jborderias@fresno.csic.es
e-mail: ifrcr@fresno.csic.es

FINLANDE

VTT Biotechnology and Food Research
Tapani Hattula, Tiina Luoma
P.O. Box 1500
FIN-02044 VTT
e-mail: Tapani.Hattula@vtt.fi
e-mail: Tiina.Luoma@vtt.fi

FRANCE

Ifremer
Jöel Fleurence, Monique Etienne
Veronique Verrez-Bagnis
P.O. Box 1105
44311 Nantes Cedex 03Nantes
e-mail: jfleuren@ifremer.fr
e-mail: metienne@ifremer.fr
e-mail: vverrez@ifremer.fr

GRECE

Agricultural University of Athens
George-John E. Nychas
S.Venozelou I
Lycovrisi 14123
Athens
e-mail: gjn@auadec.aua.ariadne-t.gr

ILES FEROE

Food and Environmental Institute
Magnus Pauli Magnussen
Debesartröd
100 Torshavn
e-mail: magnuspm@hfs.fo

IRLANDE

Dublin Institute of Technology
Marlene Proctor
Cathal Brugha Street
Dublin
e-mail: mproctor@dit.ie
University of Dublin Trinity College
Vincent McLoughlin

ISLANDE

Icelandic Fisheries Laboratories
Gudrun Ólafsdóttir, Emilia Martinsdóttir
Skulagata 4,
101 Reykjavik
e-mail: gudrun@rfisk.is
e-mail: emilia@rfisk.is

NORVEGE

Fiskeriforskning
Niils K. Sörensen, Heidi Nilsen
P.O. Box 2511
N-9005 Tromsø
e-mail: nilsk@fiskforsk.norut.no
e-mail: heidin@fiskforsk.norut.no

PAYS-BAS

RIVO-DLO
Joop Luten, Anita Smelt
P.O. Box 68
1970 AB IJmuiden
e-mail: joop@rivo.dlo.nl
e-mail: anita@rivo.dlo.nl

PORTUGAL

ESBUCP
Paulo Vaz-Pires
Rua Dr. Antonio
Bernardino de Almeida
4200 Porto
e-mail: vazpires@esb.ucp.pt
IPIMAR
Maria L. Nunes
Avenida de Brasilia
1400 Lisboa
Lisbon
e-mail: ipimaruq@esoterica.pt

ROYAUME-UNI

Rowett Research Institute
Ian Mackie
Greenburn Road
Bucksburn
Aberdeen, AB2 9SB
e-mail: a.craig@rri.sari.ac.uk

SUEDE

SIK
Ingrid Undeland, Göran Åkeson
P.O. Box 5401
S-40229 Göteborg
e-mail: ingrid.undeland@sik.se
e-mail: goa@sik.se