

MEMOIRE PREPARE EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLOME D'INGENIEUR EN BIOLOGIE DES PECHEES

OPTION : *BIOCHIMIE-MICROBIOLOGIE*

*ETUDE COMPAREE DE LA QUALITE
ORGANOLEPTIQUE, BIOCHIMIQUE
ET MICROBIOLOGIQUE
DE PETITS CRUSTACES TRAITES
AUX RADIATIONS IONISANTES.*

PRESENTEE PAR : *MRS : DURZIKENE Nabil.
SEKKIOU DJEMAI.*

Soutenu le devant la commission d'examen.

PRESIDENT : *Melle H.S.Korichi*
RAPPORTEUR : *Mr A.Chalabi*
EXAMINATEUR : *Mr M.Mahlous.*
EXAMINATEUR : *Melle S.Ait-Si-Maamar*

R E M E R C I E M E N T S

Tout d'abord, nous prions Monsieur H. STEGEMAN, Expert de l'AIEA d'accepter nos sincères et respectueux remerciements pour nous avoir orienter et nous avoir consacrer une partie de son temps ; ses conseils et remarques nous ont été précieux pour l'élaboration de ce travail.

Nous prions Melle H.S KORICHI, chargée de cours en biochimie à l'ISMAL d'accepter nos sincères et respectueux remerciements pour l'honneur qu'elle a bien voulu nous faire en acceptant la présidence de ce jury et pour l'aide qu'elle nous a apportée.

Ce modeste travail n'aurait pu être réalisé sans l'aide morale et matérielle de Monsieur A. CHALABI, Enseignant-Chercheur à l'ISMAL qui a accepté d'être notre Promoteur ; qu'il trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Que Monsieur M. MAHLOUS, Ingénieur Principal en dosimétrie au CDTN (HCEN) soit aussi remercié pour nous avoir ouvert les portes du laboratoire de technologie d'irradiation en mettant à notre disposition les moyens humains et matériels du L.T.I ; nous remercions également Melle S. AIT-SI-MAAMAR du C.D.T.N pour son aide et pour l'honneur qu'elle a bien voulu nous faire en acceptant de participer au jury.

Notre gratitude s'adresse tout particulièrement à Mme A. MERZOUNG et Melle S. BOUHANK, Technicienne au laboratoire de microbiologie de l'ISMAL, Monsieur O. DJERRAD, Technicien en chimie au HCEN, Monsieur R. YEFSAH, du service de dosimétrie (CDTN) et les personnes qui nous ont encouragées dans notre entreprise.

Nous ne voulons pas terminer sans mentionner l'aide de tout le personnel du service information de l'I.N.E.S.G que nous remercions beaucoup pour leur soutien.

INTRODUCTION	2
PREMIERE PARTIE - DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES	5
1. SITUATION DE LA PECHÉ EN ALGERIE	6
2. L'ESPECE	
2.1. POSITION SYSTEMATIQUE ET CARACTERES DESCRIPTIFS	10
2.1.1. POSITION SYSTEMATIQUE	10
2.1.2. CARACTERES DESCRIPTIFS	11
2.2. HABITAT ET REPARTITION BATHYMETRIQUE	11
2.3. ZONES DE PECHÉ CREVETTIERES DANS L'ALGEROIS	11
3. MORPHOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DES CRUSTACES	12
3.1. MORPHOLOGIE DES CRUSTACES	12
3.2. PHYSIOLOGIE DES CRUSTACES	14
3.2.1. RESPIRATION	14
3.2.2. SYSTEME CIRCULATOIRE	15
3.2.3. APPAREIL DIGESTIF	15
3.3.4. EXCRETION	16
3.3.5. REPRODUCTION	16
3.3.6. MUE	16
4. COMPOSITION CHIMIQUE DES CRUSTACES	17
4.1. LES CONSTITUANTS AZOTES	17
4.1.1. LES PROTEINES	18
4.1.2. LES CONSTITUANTS AZOTES NON PROTEIQUES	18
4.2. LES LIPIDES	19
4.3. LES GLUCIDES	19
4.4. LES VITAMINES	19
4.5. LES ELEMENTS MINERAUX	20
5. LA FLORE BACTERIENNE DES CRUSTACES	20
6. ALTERATION DE LA CHAIR DES CRUSTACES	21
6.1. AUTOLYSE ASEPTIQUE DU MUSCLE	22
6.2. ASPECT BACTERIOLOGIQUE	23
6.3. ASPECT CHIMIQUE	24
6.4. LES INDICES D'ALTERATION	24
6.4.1. PRODUCTION DE TRIMETHYLAMINE (TMA)	24
6.4.2. PRODUCTION D'AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTALE (ABVT)	25
6.4.3. PRODUCTION D'AUTRES COMPOSES	26
6.4.3.1. PRODUCTION D'INDOL	26
6.4.3.2. PRODUCTION D'ACIDE SULFHYDRIQUE	27
6.4.3.3. PRODUCTION DE MELANINE	27
6.4.4. PROTEOLYSE	27
6.4.5. SENSIBILITE AL OXYDATION	27
7. LA CONSERVATION DES DENREES ALIMENTAIRE PAR L'IRRADIATION	26
7.1. PRINCIPES DE L'IRRADIATION	26
7.2. LES RAYONS GAMMA	30
7.3. ACTION DE L'IRRADIATION IONNISANTE	31
7.3.1. ACTION PHYSIQUE	31
7.3.2. ACTION BIOLOGIQUE	31
7.3.2.1. ACTION SUR LES MICROORGANISMES	31
7.3.2.2. SENSIBILITE DES ORGANISMES VIVANTS	33
7.3.3. ACTION BIOCHIMIQUE	33
7.3.3.1. ACTION SUR L'EAU	33
7.3.3.2. ACTION SUR LES PROTEINES	34

7.3.2.3.ACTION SUR LES LIPIDES	35
7.3.2.4.ACTION SUR LES GLUCIDES	36
7.3.2.5.ACTION SUR LES ENZYMES	36
7.3.2.6.ACTION SUR LES VITAMINES	36
7.4.TECHNOLOGIE SOMMAIRE	38
7.5.LES TECHNIQUES D'IRRADIATION	39
7.5.1.RADAPERTISATION	39
7.5.2.RADURISATION	41
7.6.TRAITEMENTS MIXTES OU COMBINES	41
7.6.1.FROID ET IRRADIATION	41
7.6.2.CHALEUR ET IRRADIATION	43
7.7.COMESTIBILITE DU PRODUIT IRRADIE	43

DEUXIEME PARTIE - ETUDE EXPERIMENTALE 45

MATERIELS ET METHODES

1.MATERIEL :

1.1.ECHANTILLONNAGE ET PRELEVEMENT	46
1.2.BLANCHIMENT	47
1.3.EMBALLAGE	47
1.4.IRRADIATION DES ECHANTILLONS	47
1.5.STOCKAGE	48

2.MTHODES :

2.1.METHODE DE DETERMINATION DE L'ETAT DE FRAICHEUR DU EXAMEN ORGANOLEPTIQ	
2.2.ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	50
2.2.1.MESURE DU PH	50
2.2.2.DOSAGE DES MATIERES AZOTEES	50
2.2.2.1.DOSAGE DES COMPOSES AZOTES PROTEIQUE:DOSAGE DE L'AZOTE TOTAL	51
2.2.2.2.DOSAGE DES COMPOSES AZOTES NON PROTEIQUE	53
2.2.2.2.1.DOSAGE DE L'ABVT ET DE LA TMA (METHODE DE CONWAY	
2.2.2.2.1.1.DOSAGE DE L'ABVT	54
2.2.2.2.1.2.DOSAGE DE LA TMA	55
2.2.2.2.2.DOSAGE DE L'ABVT (METHODE DE BILLON ET COLL)	
2.3.ANALYSE MICROBIOLOGIQUE:	
2.3.1.PRELEVEMENT EN VUE D'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE	59
2.3.2.BROYAGE	59
2.3.3.DENOMBREMENT DES GERMES TOTAUX	59
2.3.4.DENOMBREMENT DES GERMES PSYCHROPHILES	60
2.3.5.DENOMBREMENT DES ENTEROBACTERIES	62
2.3.6.DENOMBREMENT DES MOISSISURES	63

TROISIEME PARTIE - RESULTATS ET INTERPRETATION 64

1.EXAMEN ORGANOLEPTIQUE	65
2.ANALYSE MICROBIOLOGIQUE:	77

2.1.FLORE TOTALE	77
2.2.GERMES PSYCHROPHILES	83
2.3.ENTEROBACTERIES TOTALES	85
2.4.MOISSISSURES	87
3.ETUDE BIOCHIMIQUE:	87
3.1.PH	89
3.2.MATIERES AZOTEES PROTEIQUES-PROTEINES TOTALES	90
3.3.MATIERES AZOTEES NON PROTEIQUES	93
3.3.1.TRIMETHYLAMINE	93
3.3.2.AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTAL	97
4.DISCUSSION	103
CONCLUSION GENERALE	114
BIBLIOGRAPHIE	116
ANNEXES:	
ANNEXE 1 -RELEVES DES RESULTATS DES ANALYSES ET TESTS STATISTIQUES	
ANNEXE 2 -REACTIFS ET MILIEUX DE CULTURES	152
ANNEXE 3 -PLANCHES	155

ABREVIATIONS

TMAO.....	Oxyde de triméthylamine.
TMA.....	Triméthylamine.
ABVT.....	Azote basique volatil total
EN.....	Entière.
I.....	Irradié.
KGy.....	KiloGray.
ET.....	Etêté.
BL.....	Blanchi.
NI.....	Non irradié.
Mrad.....	Mega rad.
A.I.E.A.....	Agence Internationale pour L'énergie Atomique.
PH.....	Potentiel hydrogène.
TGEA.....	Gélose tryptonée glucosée à l'extrait de levure.
VRBG.....	Gélose glucosée au cristal violet et rouge neutre.
GN.....	Gélose nutritive.
OGA.....	Gélose à l'oxytétracycline.
DNS.....	Différence non significative.
DS.....	Différence significative.
m.....	Moyenne.
FR.....	Frais.
J2.....	2ème jour de réfrigération.
J5.....	5ème jour de réfrigération.
J7.....	7ème jour de réfrigération.
J9.....	9ème jour de réfrigération.
J12.....	12ème jour de réfrigération.
PrT.....	Protéine totale.
Gr.....	Groupe.
Jr.....	Jour.
AG.....	Acide gras.
Co.....	Cobalt.
Cs.....	Césium.
HCR.....	Haut Commissariat à la recherche.

INTRODUCTION:

A notre époque de productions industrielles et d'approvisionnement de marchés internationaux, les denrées alimentaires suivent une longue filière : du producteur au consommateur en passant par de nombreux stades de transformation et de distribution.

Ces circuits, nettement plus importants et plus développés qu'autrefois, impliquent une conservation plus longue des aliments. La contamination microbienne est l'une des causes principales de leur dégradation et de la diminution de conservation.

Le développement universel des ressources halieutiques et le transfert à des distances considérables des produits de la pêche ont donné naissance à divers procédés de conservation : séchage, utilisation des produits chimiques, fermentation, traitement thermique, traitement par le froid et l'irradiation.

D'après la F.A.O, 75000000 de tonnes de produits de la mer sont consommés par an, dont 90% de poissons, 8% de coquillages et crustacés, 2% céphalopodes et mammifères aquatiques; en effet, les produits de la mer constituent une source de protéines importante dont la valeur énergétique est souvent équivalente à celle de la viande. Dans les pays dits industrialisés, la consommation moyenne par habitant est de 40 kg par an (anonyme, 1988), ration qui n'a aucune mesure commune avec celle du citoyen algérien qui selon les travaux de BENDJEDDOU et BOULARAK dans le cadre d'un mémoire d'ingénieur en 1988 est de 4,5 kg / an.

Les produits de la mer sont particulièrement vulnérables, leur maintien dans un état de fraîcheur satisfaisant exige le respect de règles strictes de traitement et de stockage, à tous les stades de la filière car la conservation se trouve à tout moment menacée par la croissance et l'activité microbienne. C'est ainsi que la recherche effectuée durant les 40 ans écoulés a montré que l'irradiation pourrait constituer une arme précieuse dans la bataille pour préserver la qualité des denrées, et éviter les déperditions quantitatives causées par les bactéries.

Actuellement, l'irradiation a des applications importantes dans le domaine de la conserverie ; combinée

avec d'autres procédés de conservation elle pourrait, dans un avenir proche, occuper une place importante dans la conservation et la préparation des différents produits alimentaires.

L'Algérie dont la croissance démographique est de l'ordre de 3,2 % par an se voit contrainte de combler son déficit alimentaire en exploitant de façon optimale ses ressources halieutiques.

La pêche en Algérie intéresse deux grandes catégories de poissons: le poisson bleu qui représente environ 80% de la pêche totale et le poisson blanc avec un tonnage marginal de crustacés et plus particulièrement de crevettes.

La crevette algérienne dont le coût est élevé tant en Algérie qu'à l'étranger possède un goût fort estimé à l'échelle internationale ; cette denrée à haute valeur commerciale pourrait être le produit alimentaire échangé contre d'autres produits dans le cas d'une éventuelle exportation, voire une source de revenus substantiels en devises; mais aussi faut-il que cette denrée puisse supporter le voyage, tout en gardant dans une large mesure ses qualités particulières .

La question posée est de savoir si la crevette algérienne peut subir sans inconvénients le traitement par les radiations ionisantes, et si c'est le cas, qu'elles sont les dispositions à prendre afin que la conservation soit facilitée .

pour tenter d'y répondre et en prenant comme matériel d'étude la crevette rouge algéroise (Aristeus antennatus (Risso, 1876)), il sera procédé au cours de cette étude à :

- un examen organoleptique .
- une analyse microbiologique .
- une analyse biochimique .

afin d'avoir les renseignements les plus précis possibles quant à la durée de conservation des différents groupes de crevettes .

Toutefois, les résultats ainsi obtenus ne peuvent être considérés dans l'absolu car cette étude n'est qu'un premier pas dans l'application de l'irradiation dans le domaine de la conservation des produits de la pêche en Algérie.

PREMIERE PARTIE
DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES.

1.SITUATION DE LA PECHE EN ALGERIE :

Dominé par le secteur privé qui produit à lui seul plus de 95% des produits de la mer (Anonyme , 1988), le secteur de la pêche est un facteur du développement économique et social, il se caractérise encore par une faiblesse tant sur le plan technique que technologique .

Le secteur de la pêche maritime s'articule autour de trois axes :

- La pêche destinée à la capture du poisson de fond (ou poisson blanc) dont la zone se situe sur le plateau et le talus continental (jusqu'à 800 mètres de profondeur)
- La pêche destinée à la capture du poisson de surface ou poisson bleu (thons majeurs et mineurs, anchois et sardines)
- La pêche effectuée par les petits métiers (petites embarcations) non loin des côtes et dont la capture porte sur plusieurs espèces.

Pour répondre à un besoin croissant en protéines animales , la pêche prend une extension considérable (augmentation du nombre de bateau, introduction de techniques nouvelles telles que le chalut pélagique), à cet effet, l'évolution de la flottille algérienne durant ces dernières années est donnée dans le tableau 1 .

TABLEAU 1 -EVOLUTION DE LA FLOTILLE
DE 1980 A 1988 .
(ANONYME , 1988)

! ANNEES !	! CHALUTIERS !	! SARDINIERS !	! PETITS METIERS !	! TOTAL !
1980	120	188	375	683
1981	178	221	526	931
1982	217	241	566	1024
1983	250	304	623	1177
1984	265	313	635	1213
1985	271	420	634	1325
1986	266	440	645	1351
1987	255	498	659	1412
1988	260	513	725	1498

La production en poisson bleu (sardine , anchois et thonidés) représente chaque année 80% environ de la production totale contre 15% en poissons blancs et 5% de crustacés (Tableau 2).

Selon les correctifs apportés aux résultats de la dernière campagne d'évaluation des ressources halieutiques qui remonte à 1983, les stocks pêchables sont estimés à 160.000 tonnes dont :

- Démersales chalutables :.....30.000 tonnes
- Espèces démersales pour petits métiers :.....20.000 tonnes
- Espèces pélagiques :.....110.000 tonnes

Le ministère de l'hydraulique, des forêts et de la pêche estime que la production de la pêche en Algérie passerait à 179255 tonnes à l'horizon 2000 (Anonyme, 1988).

TABLEAU 2 -EVOLUTION DE LA PRODUCTION HALIEUTIQUE
DE 1979 à 1988 .
(ANONYME , 1988)

ANNEES	POISSONS BLANCS	POISSONS BLEU	CRUSTACES	TOTAL
1979	6237	30185	1740	38678
1980	6237	25497	1572	33306
1981	6255	23231	1056	30541
1982	10616*	53964	-	64580
1983	15924*	61211	-	77135
1984	23177*	62043	-	85220
1985	26250	54193	6310	86793
1986	21605*	71661	-	93266
1987	17213*	81833	-	99046
1988	27104*	68691	-	95795

(*) Poissons blancs y compris les crustacés .

Les crustacés, et plus particulièrement la crevette rouge Aristeus antennatus (Risso, 1876) et Aristaeomorpha faliacea (Risso, 1827), peuplent abondamment les fonds et présentent un grand intérêt économique, ils représentent actuellement 5% des captures du poisson blanc qui à lui seul comptabilisé 20% de la pêche totale.

La pêche au poisson blanc est limitée du fait de l'étroitesse du plateau continental; des possibilités de pêche à la crevette existent au-delà de 200 mètres de profondeur mais nécessitent pour cela un équipement adéquat.

Etant des espèces très commerciales, les crustacés ont une chair très appréciée, une meilleure connaissance de leur biologie en liaison avec une amélioration des techniques de leur pêche, augmenteraient le taux de leur capture, qui n'est pas à l'heure actuelle proportionnel au stock existant, et contribueraient à l'essor à ce secteur économique qui est la pêche.

2 L'ESPÈCE :

L'essai de conservation à une température de réfrigération de +5°C après traitement par irradiation porté sur une espèce de crustacés appartenant à la sous famille des Aristeidae, elle est de grande taille et fréquente les eaux profondes.

2.1 POSITION SYSTÉMATIQUE ET CARACTÈRES DESCRIPTIFS :

2.1.1 POSITION SYSTÉMATIQUE :

Embranchement.....	Arthropodes .
Sous_embranchement.....	Antennates .
Classe.....	Crustacés .
Sous classe.....	Malacostracés .
Super ordre.....	Eucaridés .
Ordre.....	Décapodes .
Sous ordre.....	Natantia .
Famille.....	Aristeidae .
Sous famille.....	Aristeidae .
Genre.....	Aristeus .
Espèce.....	^&A. antennatus\& .

2.1.2 CARACTÈRES DESCRIPTIFS : (FISHER , 1987)

Le rostre présente un dimorphisme sexuel : chez le mâle, il est court, dépassant les yeux et son bord dorsal est armé de trois dents; chez la femelle, le rostre est très long, sa partie distale est lisse, il porte trois dents sur sa partie basale et se termine par une pointe aigue obliquement redressée vers le haut. Le bord central du rostre est dépourvu de dents chez les deux sexes .

La carapace est lisse, sans épine hépatique et sans carène, le sillon cervical n'atteint pas la région dorsale .

Les segments abdominaux I et II ne sont pas carénés, les segments III et IV présentent une carène dorsale de plus en plus marquée se prolongeant vers l'arrière par une dent aigue. Le telson est pourvu d'un sillon médian .

La coloration est rouge pâle à vif avec une tonalité bleuâtre sur la carapace .

2.2 HABITAT ET RÉPARTITION BATHYMÉTRIQUE :

Cette espèce est régulièrement présente en méditerranée occidentale : Espagne, Algérie, Maroc et mer Ligurienne ; rare en méditerranée orientale, on la trouve aussi dans l'atlantique Est, des îles du Cap vert au Portugal . Démersale, cette crevette vit au dessus des fonds vaseux de la pente continentale entre 200 et 600 mètres et voire jusqu'à 1500 mètres . Elle est limitée au talus continental et effectue d'importantes migrations verticales notamment au niveau des fonds accores .

2.3 ZONES DE PÊCHES CREVETTIÈRES DANS L'ALGEROIS :

les zones de pêche crevettières algeroises sont les suivantes :

- La pipe : cette zone se situe à l'Est d'Alger à environ 2 heures de route du port d'Alger; son étendue va de l'embouchure de l'oued Reghaia au chateau d'eau de

Boumerdes . Le chalutage d'une durée de 4 heures s'effectue en un aller retour à une profondeur de 200 à 250 m de nuit . SOLTAN, dans le cadre d'un mémoire de D.E.S en 1988, a constaté que la journée de pêche correspondant généralement à 3 "cales", totalise 10 à 15 casiers de crevettes rouge, à raison de 17 kg chacun, soit, 170 à 255 kg au total .

- Le petit et le grand plateau : Ils sont situés dans la baie de Bou-Ismaïl, le second plateau, plus profondément (au-delà de 500 m) que le premier . Ces zones sont fréquentées par un grand nombre de chalutiers de toute la région algéroise .
- Fouroumound : Ce plateau s'étend à l'Est de Cherchell de "l'Ecueil du Sphinx" au village de Tipaza à des profondeurs allant de 170 à 300 mètres .
- Les Bouaires : Cette zone se situe à l'ouest de Cherchell entre Sidi Ghiles et Gouraya, sa profondeur varie entre 170 et 230 mètres.

3 MORPHOLOGIE ET PHYSIOLOGIE DES CRUSTACES :

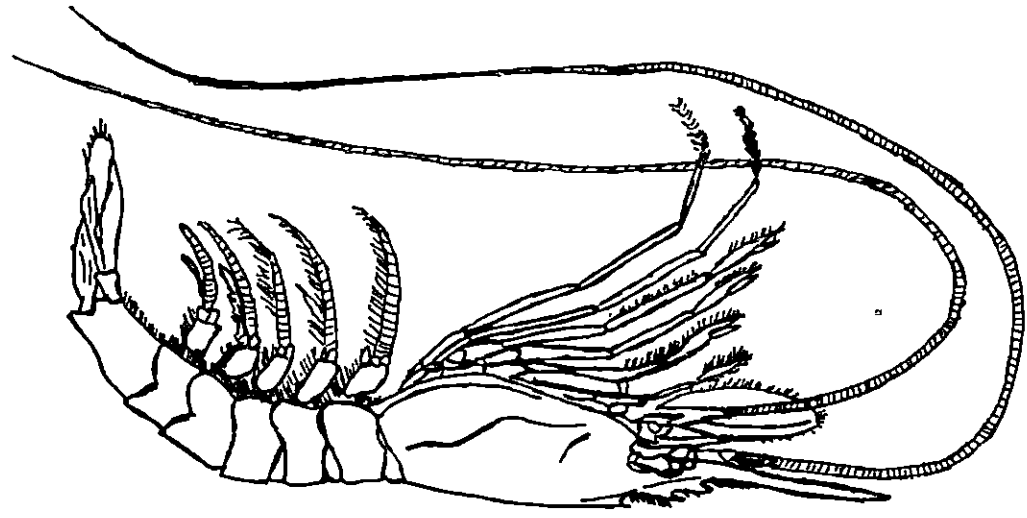
3.1 - MORPHOLOGIE DES CRUSTACES (fig 1) :

Le corps des décapodes, enfermé dans une carapace qui tient lieu de squelette, est formé essentiellement d'un céphalothorax, d'un abdomen et de 10 appendices locomoteurs.

- Le céphalothorax volumineux renferme les principaux organes vitaux et porte les principaux appendices.
- L'abdomen, bien développé chez certains (crevettes, écrevisses, homards), dont il constitue la principale partie comestible, il est complètement atrophié chez les crabes .
- Les deux premières paires de pattes près de la bouche sont souvent beaucoup plus grosses que les autres et sont terminées par des pinces qui servent soit à la défense, soit à la préhension de l'animal : Les paires suivantes servent d'avantage à la locomotion .

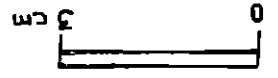
Les muscles de l'abdomen sont constitués par de grandes cellules allongées, groupées en faisceaux parallèles disposés à peu près comme une série d'entonnoirs emboîtés

Figure 1 : Morphologie générale de la crevette rouge



Hiristes antennatus (Risso, 1816)

Femelle



autour du sillon longitudinal dans lequel passe l'intestin .

Les muscles des pattes sont disposés d'une manière analogue autour d'un cartilage médian . La fraction des muscles insérés dans la tête est minime; elle n'est guère utilisable que chez les crabes . Les muscles sont enveloppés par une membrane épidermique pigmentée à partir de laquelle se forme la carapace .

Les tissus tendineux sont encore plus réduits que dans le poisson, ce qui confère aux crustacés, le moelleux de leur chair .

La partie comestible utilisable représente environ :

- _ 35 à 45% dans les crevettes .
- _ 12% dans les langoustines .
- _ 22% dans les écrevisses .
- _ 27 à 48% dans les crabes .
- _ 36 à 44% dans les homards .

3.2 PHYSIOLOGIE DES CRUSTACES : (Soudan et Coll , 1965)

3.2.1 RESPIRATION :

La respiration est assurée par des branchies (comparables à celles des poissons) logées dans une espèce de chambre branchiale cartilagineuse immédiatement au-dessous de l'enveloppe externe du céphalothorax . Elle peut se poursuivre quelques temps dans l'air si les branchies restent suffisamment humides . L'intensité des échanges respiratoires dépend de multiples facteurs : espèces, taille, activité, sexe, stade de mue,... Elle dépend assez peu de la salinité du milieu et d'avantage de la température malgré une certaine adaptation; elle tend à diminuer quand la température s'élève .

Les échanges gazeux se font par l'intermédiaire de l'hémocyanine, pigment dissous dans le plasma dont le rôle est identique à celui de l'hémoglobine des vertèbres tout en ayant une constitution différente, c'est à dire que l'atome chélaté du fer est remplacé par celui du cuivre .

Le sang qui est plutôt une hémolymphe représente 10 à 15% du poids du corps suivant le stade de la mue. Sa composition ne varie pas moins que son volume, car il fait fonction d'organe de réserve. A côté de l'hémocyanine qui est la principale protéine, le sang contient une tyrosinase importante pour la formation des pigments et la cicatrisation des blessures éventuelles. Il est caractérisé également par une forte concentration en ammoniacque, principal produit de l'excrétion azotée des crustacés, et par une faible teneur en acides aminés.

3.2.2 - LE SYSTÈME CIRCULATOIRE

Il est ouvert, c'est-à-dire que les réseaux artériels et veineux ne communiquent généralement pas par des capillaires, mais par des sinus où le sang baigne directement les tissus, les capillaires existent seulement dans les organes essentiels.

3.2.3 - L'APPAREIL DIGESTIF

Il est formé d'un simple tube droit allant de la bouche à l'anus. La bouche, précédée de palpes ciliés qui trient la nourriture à ingérer, est pourvue de fortes mandibules et parfois de dents. A la suite, un court oesophage s'élargit pour former le "moulin gastrique" où les aliments sont broyés par des mouvements musculaires sur trois dents osseuses formées sur la paroi.

L'intestin porte ensuite divers appendices glandulaires servant d'hépatopancréas qui secrète un suc digestif légèrement acide (PH 5,0 à 6,6). Ces appendices jouent aussi un rôle prédominant dans l'absorption.

2.3.4 - L'EXCRÉTION

L'excrétion des produits du métabolisme cellulaire est encore mal connue. Elle se fait, au moins en partie (amoniaque, urée), par l'intermédiaire du sang au travers de l'épithélium des branchies. L'équilibre osmotique du milieu interne par rapport à l'extérieur est maintenu par la régulation ionique commandée par les glandes maxillaires et celles des antennes.

2.3.5 - LA REPRODUCTION :

Elle est sexuée. La fécondation a lieu presque immédiatement après la mue, quand la carapace de la femelle est encore molle, période délicate où l'animal est vulnérable. Le mâle qui est dur reste à proximité de la femelle et veille à sa protection, jusqu'à ce qu'elle soit en état de se défendre. Après la ponte, les oeufs fécondés restent fixés sur l'abdomen de la mère jusqu'à l'éclosion, ce qui peut demander beaucoup de temps par rapport à la durée de vie moyenne qui est de :

- six mois chez la langouste rose Euder Squilla qui vit moins de 3 ans.
- six mois chez la langouste Palinurus Vulgaris qui vit environ 10 ans.

2.3.6 - LA MUE :

Toute la vie des crustacés est dominée par la nécessité de mues fréquentes pour assurer leur développement, la carapace est abandonnée quand elle devient trop petite et se reforme à partir du tégument qui enveloppe le muscle (Soudan et Coll, 1965).

Pour satisfaire à la demande d'énergie considérable que ceci représente, l'organisme s'efforce d'accumuler les réserves, de réduire la perte de substances en extrayant le plus possible des constituants solubilisables du squelette qu'il va abandonner. La succession des états par lesquels l'animal passe entre deux mues constitue un cycle qui se reproduit indéfiniment en occupant chaque fois une durée plus longue au fur et à mesure du vieillissement.

Relativement à ce cycle de mue, le cycle de reproduction, beaucoup moins fréquent, paraît avoir moins

d'influences sur la physiologie des crustacés, surtout chez les mâles (SOUDAN et coll, 1965).

Pendant toute la période de mue, l'animal est incapable de se nourrir. Pour survivre et subvenir aux besoins extraordinaires de l'exuviation, il utilise les réserves constituées dans l'hépatopancréas : phosphates de calcium et magnésium, protéines, glycogène et surtout glycérides qui sont convertis en glycogène pour satisfaire à la demande intense au moment de la régénération de la chitine de l'épiderme. Lorsque l'animal recommence à se nourrir, ses tissus recommencent à croître, puis il constitue de nouvelles réserves.

Ainsi, l'organisme est-il en évolution constante. Les variations cycliques de sa composition sont considérables et portent sur une durée qui peut être très courte (SOUDAN et coll, 1965). Les individus pêchés en même temps peuvent donc se trouver dans des états très différents bien qu'ils ne soient pratiquement jamais pris dans la phase proche de la mue pendant laquelle ils restent immobiles cachés sous les rochers.

Cette hétérogénéité de composition de la matière à conserver est une source de difficultés.

4 - COMPOSITION CHIMIQUE DES CRUSTACÉS :

La composition chimique des crustacés est plus variable encore que celles des poissons.

Aux variations propres des muscles, s'ajoutent celles de l'hémolymphe dont le volume peut quintupler. Les principaux constituants chimiques sont :

- L'eau.....60 à 86 %
- Les protéines.....13,93 à 19,68%
- Les lipides.....1,29 à 5,12%
- Le glycogène.....0,45%
- Les substances minérales..... 3,3%

4.1 - LES CONSTITUANTS AZOTÉS :

La répartition des constituants azotés présente les mêmes particularités que chez les poissons, mais plus accentuées ; la fraction non protéique est plus importante.

4.1.1 - LES PROTÉINES :

Les protéines de soutien sont plus rares que chez les poissons puisque les fibrilles musculaires s'insèrent sur le squelette sans former de faisceaux tendineux.

Les protéines du stroma ne représenteraient que 3% des protéines totales.

Les protéines musculaires des crustacés se caractérisent par de fortes teneurs en acides aspartique et glutamique ainsi qu'en lysine, leucine et arginine ; ces deux derniers acides aminés étant plus abondants que chez les poissons ; par contre, le taux des acides aminés soufrés: Cystéine, cystine, méthionine est plus bas.

La myosine et l'actomyosine sont analogues à celles des autres animaux, mais elles sont plus visqueuses et se dénaturent plus facilement.

4.1.2 - LES CONSTITUANTS AZOTÉS NON PROTÉIQUES :

La fraction non protéique représente chez les crustacés 24 à 30% de l'azote total ; elle est formée, pour plus de 50% par des acides aminés, en majorité mono-aminés ; la proline et la glycine y prédominent ; la glycine influe directement sur la saveur des crevettes, sa perte pendant la conservation entraînant un affadissement. Les autres acides aminés libres qui ont été identifiés sont l'alanine, l'arginine, les acides aspartique et glutamique, la glutamine, l'histidine, la leucine, la lysine, la sérine, la thréonine, la tyrosine, la valine et la taurine .

La taurine représente à elle seule 4% de l'azote non protéique du muscle de homard Homarus vulgaris. (Soudan et coll)

Parmi les autres constituants non protéiques notables, citons :

- L'oxyde de triméthylamine (TMAO), dont la teneur est habituellement supérieure à celles connues chez les poissons (exception faite pour les crabes) .
- Les bêtaïnes (glycine-bétaïne, trigonelline, homarine).
- Des traces d'urée.

- La créatine : elle existe seulement en traces : son rôle est tenu par l'arginine.
- L'ammoniaque .

4.2 - LES LIPIDES :

Les lipides musculaires des crustacés sont tout à fait analogues à ceux des poissons.

Les composés usuels des lipides sont les triglycerides, phospholipides (lécithine, sphingomyéline), les esters du cholestérol se trouvent chez la crevette, par exemple à des concentrations comparables à celles trouvées chez les vertèbres . La gamme de stéroles des lipides qui paraît fort étendue, ne comprend que des traces d'ergostérol .

La teneur en acides gras libres est élevée (Dyer et Coll, 1953) . Les acides gras des huiles de crustacés sont encore plus insaturés que ceux des autres huiles d'origine marine (Soudan et Coll , 1965).

4.3 - LES GLUCIDES

Les muscles des crustacés sont réputés avoir une teneur en glycogène assez élevée, parceque habituellement, ils sont cuits vivants et conservent ainsi toute leur réserve; en fait, leur teneur est à peu près celle des muscles de vertèbres.

L'identité du métabolisme glucidique des décapodes avec celui connu chez les animaux supérieurs n'est pas absolument prouvée, mais paraît probable, car de nombreux composés intermédiaires de la dégradation du glycogène ont été isolés de leurs tissus.

Les muscles contiennent normalement du glucose libre qui intervient non seulement comme élément énergétique, mais comme matière première de la carapace après transformation en glucosamine et chitine (Soudan et coll, 1965).

4.4 - LES VITAMINES :

La chair des crustacés constitue une source intéressante de vitamines du groupe B, en particulier thiamine, riboflavine et B12.

De petites quantités de vitamine C se trouvent dans les muscles de crustacés détritivores (crevettes).

La vitamine A est concentrée à un taux très élevé dans les yeux, mais comme les vitamines D, elle est presque absente du muscle.

Les pigments de la membrane épidermique contiennent, par contre, une forte quantité d'un autre caroténoïde l'astaxanthine, accompagné parfois d'un peu de carotène (alpha et bêta). L'astaxanthine forme avec certaines protéines des combinaisons colorées en vert ou en bleu qui virent au rouge avec formation d'astacine quand la protéine est dénaturée.

L'astaxanthine n'est pas convertible en vitamine A par l'organisme humain (Soudan et coll, 1965).

4.5 - LES ÉLÉMENTS MINÉRAUX :

En raison de leur rôle dans la refonte constante de la carapace, les muscles des crustacés sont riches en éléments minéraux, principalement cuivre, fer, calcium et phosphore.

Le fer et le cuivre qui sont ionisés réagissent parfois avec l'acide sulfhydrique issu de la dégradation des composés azotés et forment des taches noirâtres d'un aspect déplaisant pour la chair.

5 - LA FLORE BACTÉRIENNE DES CRUSTACÉS :

Les crevettes sont ordinairement fortement contaminées en raison de leur nombreux appendices ciliés et des anfractuosités de leur céphalo thorax qui retiennent facilement les micro-organismes des fonds à proximité desquels elles vivent.

Quand les crevettes sortent du filet, elles portent de 1600 à 1200 000 germes par gramme ; la densité de la population bactérienne tend à diminuer quand la taille des crevettes augmente, mais cela peut correspondre à la diminution de la surface portant les souillures par rapport au volume du corps.

La tête qui représente 40% du poids abrite 50 à 80% des bactéries, tandis que l'intestin (0,4% du poids) en contient 13% environ.

La flore bactérienne des crevettes est analogue à celle des poissons. Elle est formée principalement par des germes aérobies et anaérobies stricts, mais compte quelques thermophiles sporogènes et, au moins dans les eaux tempérées, quelques levures,

Sur les crevettes sortant de l'eau, les achromobacter et les micrococcus prédominent, ils représentent 40 à 50% des germes totaux ; les espèces les plus répandues sont ensuite les Pseudomonas, les Bacillus, les Alcaligènes et les Flavobacters.

Les coliformes sont fréquents si les eaux d'origine sont polluées, mais E.coli paraît très rare.

La flore intestinale comprend en quantité approximativement égale des Bactérium, des Achromobacter et des Micrococcus. Les Bacillus et les Flavobacters sont moins fréquents mais toujours présents.

Il n'ya ni anaérobies stricts ni coliformes, ni entérocoques ; leur présence ultérieure est donc significative d'une pollution.

6 - ALTERATION DE LA CHAIR DES CRUSTACÉS :

Comme le laissent présager les similitudes de composition de milieu de vie et de mode de captures des crustacés et des poissons, l'altération de leur chair est tout a fait comparable : les bacteries jouent le rôle essentiel sauf dans quelques cas (Noircissement des crevettes notamment) où les réactions enzymatiques prévalent (Soudan et coll 1965).

Les crustacés, tels que langoustines ou crevettes ne résistent pas très longtemps à la vie aérienne, aussi, parviennent-ils rarement vivants sur les marchés un tant soit peu éloignés des lieux de pêche. Il faut donc les conserver comme les poissons, mais ils sont plus altérables qu'eux.

Aux températures de 20°C à 30°C, la population bactérienne atteint en une dizaine d'heures le million par gramme, ce qui est généralement considéré comme le maximum acceptable pour la consommation.

6.1 - AUTOLYSE ASEPTIQUE DU MUSCLE

Etant en transfert perpétuel des aliments des réserves aux lieux de consommation d'énergie, les glucides sont les premiers à être touchés par les dérèglements consécutifs à la mort ; ces glucides se dégraderont toujours suivant le même schéma mais plus ou moins rapidement selon les modes de captures, la réserve en glycogène et bien sûr la température ambiante.

Juste après la capture, il ya en premier lieu utilisation du glucose, ce qui entraîne une diminution de la réserve en glycogène ; cette dégradation du glycogène musculaire exige la consommation rapide de l'adénosinetriphosphate (ATP) existant, cependant l'ATP est réformé au moins aussi vite aux dépens de la phosphocréatine et de l'adénosine- disphosphate ou de l'acide adénylique .

La réserve de phosphocréatine n'étant pas très grande, la synthèse se ralentit, et le taux d'ATP diminue, l'oxygène disponible s'épuise car la glycogénolyse se poursuit, ce qui oriente le processus vers une production importante d'acide lactique qui s'accumule, ou sous forme d'acide citrique . Cette production d'acide entraîne un abaissement du PH et un ralentissement de la réaction .

L'actomyosine commence à perdre son élasticité lorsque le taux d'ATP est à peu près moitié de la normale, elle se contracte et perd une partie de son eau liée, ce qui la rend moins soluble temporairement .

La contraction de l'actomyosine se manifeste extérieurement par la "Rigor mortis" qui est une raideur du corps qui atteint son apogée quand l'ATP approche de 0 .

L'abaissement du PH résultant de la production accrue d'acide lactique provoque une chute de la résistance électrique du muscle dont les membranes perdent leurs propriétés sélectives vis-à-vis des ions.

Les réactions entre substances voisines telles que protéines et enzymes protéolytiques qui étaient inhibées précédemment peuvent alors se produire.

L'acidification du milieu contribue à ralentir la glycogénolyse, en particulier en ralentissant l'hydrolyse d'ATP : elle prolonge la période de latence (avant "Rigor mortis") et améliore par conséquent la conservation.

L'apparition et la durée de la "Rigor mortis" sont fonction du stock de glycogène présent lors de la capture qui lui-même est réduit par l'activité musculaire, l'asphyxie et les meurtrissures.

Le passage par l'état de rigidité marque une étape qui peut être considérée comme une deuxième mort : jusque-là, les processus de dégradation étaient ceux qui existent normalement dans les tissus vivants, au delà, ils s'orientent suivant des schémas différents, plus autolytiques, conditionnés en partie par le PH auquel l'animal se trouve à l'issue de la rigidité cadavérique.

6.2 - ASPECT BACTERIOLOGIQUE :

Lorsqu'une matière biologique animale est isolée d'un organisme et abandonnée à elle-même, elle se dégrade peu à peu sous l'action conjuguée des enzymes et des bactéries. Ainsi, la structure de la matière se désorganise peu à peu, les premiers mécanismes bloqués étant les synthèses qui exigent beaucoup d'énergie. Si la matière est laissée sans protection spéciale contre la contamination par les bactéries, celles-ci se développeront aux dépens des substances les plus simples des tissus en respectant les structures générales (Soudan et Coll, 1965).

En général, la croissance des bactéries sera si rapide que la dégradation résultant de leurs divers métabolismes aura désorganisé le tissu presque sans intervention de ses propres enzymes.

La durée de conservation dépendra de l'extension de la population bactérienne ; elle sera prolongée par les inhibiteurs bactériens : réfrigération, antiseptiques, antibiotiques qui limiteront la dégradation bactérienne parfois suffisamment pour que l'altération soit à nouveau due principalement aux enzymes.

Toutes ces réactions dépendent à ces degrés divers de la température.

6.3 - ASPECT CHIMIQUE :

L'altération due aux bactéries se traduit par la production de substances relativement simples qui n'existent pas normalement dans l'organisme ou qui se forment déjà pendant la dégradation aseptique des muscles.

En raison de leur origine, la plupart de ces produits varient pendant la conservation comme la croissance bactérienne, suivant une loi logarithmique. (Soudan et coll, 1965)

6.4 - LES INDICES D'ALTÉRATION :

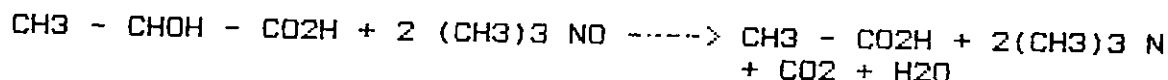
6.4 - PRODUCTION DE TRIMÉTHYLAMINE (TMA) :

Une des réactions d'altération bactérienne les plus anciennement connues et étudiées chez les poissons et les produits marins concerne la production de triméthylamine.

La production de triméthylamine augmente, quelle que soit la température de conservation, au même rythme que la population bactérienne avec disparition simultanée de glucose et d'acide lactique.

L'oxyde de triméthylamine (TMAO) est utilisé par beaucoup de microorganismes communs de la flore marine pour la respiration anaérobie facultative.

WATSON (1939) formula l'équation de réduction :



La somme (oxyde de triméthylamine + triméthylamine) reste à peu près constante dans le poisson pendant la conservation, sauf vers la fin où la production de base est supérieure à celle attendue.

Le dosage de la triméthylamine est l'un des plus employés pour suivre l'altération des produits marins. Il se prête à l'exécution en série et donne des résultats qui s'accordent en général assez bien avec les impressions organoleptiques.

La production de $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ n'est pas régulière, elle dépend de la composition de la flore bactérienne qui varie un peu suivant les saisons, les lieux et peut-être les hôtes qui la portent ; elle dépend aussi du pH et de la température.

A côté de la triméthylamine sont produites également par voie bactérienne, la mono et la diméthylamine, très probablement à partir de l'oxyde de triméthylamine (TMAO).

6.4.2 - PRODUCTION D'AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTAL (ABVT):

On désigne par bases azotées volatiles l'ensemble des amines comme la triméthylamine, diméthylamine, monométhylamine, putrescine, spermine, spermidine et l'ammoniac résultant de la dégradation protéique.

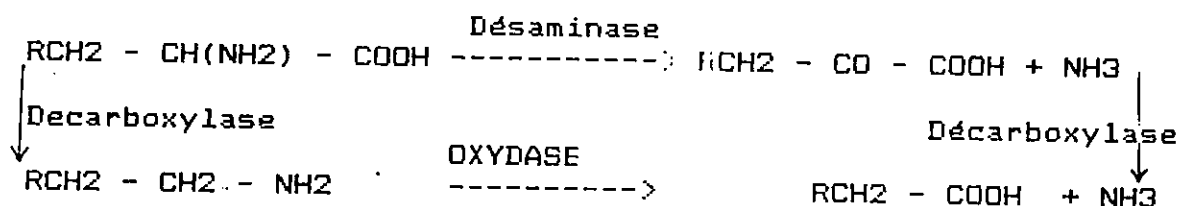
Ces bases aminées et l'ammoniac sont formés essentiellement par un processus de décarboxylation lié au développement microbien (BILLON, 1976).

Chez les crustacés, on estime que les processus de décarboxylation relèvent des groupes *Achromobacter*, *Moraxelles* et à un degré moindre des *Pseudomonas* (SHEWAN et coll, 1967).

Tandis que certains acides aminés sont désaminés avec formation d'acides gras inférieurs, d'autres sont décarboxylés avec formation d'amines parmi lesquels: isoamylamine, putrescine, cadavérine, tyramine, tryptamine, histamine (ces trois dernières très toxiques) provenant respectivement de la leucine, l'ornithine, la lysine, la tyrosine, le tryptophane et l'histidine (Soudan et coll, 1965).

Les amines disparaissent quand l'altération progresse et quand le milieu devient alcalin, elles sont oxydées par des bactéries avec libération d'ammoniac.

Le schéma de la dégradation bactérienne des acides aminés s'établit ainsi :



Il a été admis, car cela découle de très nombreux travaux et de multiples dosages, que le taux d'ABVT permet de grouper les produits de même nature en 3 classes :

- Au dessous de 30 mg/100 g d'ABVT = classe I = acceptable (satisfaisant)
- Entre 30 et 40 mg/100 g d'ABVT = classe II = début d'altération (passable)
- Au dessus de 40 mg/100 g d'ABVT = classe III = impropre à la consommation humaine (mauvais).
(Anonyme, 1978).

6.4.3 - PRODUCTION D'AUTRES COMPOSÉS :

6.4.3.1 - PRODUCTION D'INDOL :

Selon DUGAN et coll (1946) et CAMPBELL et coll

(1952) l'indol pourrait être un des meilleurs testés de fraîcheur des crevettes malgré sa production assez irrégulière : absent des tissus frais, il se trouve à raison de quelques dizaines de microgrammes pour 100g de tissu altéré. Son taux tend à être plus élevé dans les crevettes les plus petites.

6.4.3.2 - PRODUCTION D'ACIDE SULFHYDRIQUE :

L'acide sulfhydrique pour sa part, se forme épisodiquement et à des doses qui ne dépassent guère quelques millièmes de mg pour 100g (Soudan et coll, 1965).

6.4.3.3 - PRODUCTION DE MÉLANINE :

En dehors des dégradations communes aux produits carnés, les crustacés, et plus particulièrement les crevettes et les langoustes, subissent une altération spéciale qui se traduit par un noircissement de la chair (Soudan et coll, 1965).

La coloration noire qui avait paru d'abord d'origine bactérienne est attribuée maintenant à un enzyme.

La mélanine se forme sous l'action d'une tyrosinase contenue dans le sang qui oxyde la tyrosine libre existant dans les tissus ou provenant de l'hydrolyse bactérienne.

6.4.4 - PROTÉOLYSE :

L'activité protéolytique est assez faible et constante ; l'autoprotéolyse du muscle est habituellement peu importante devant la protéolyse bactérienne (Soudan et coll, 1965).

6.4.4 - SENSIBILITÉ A L'OXYDATION :

Pendant la conservation par le froid, les crustacés ont une forte tendance à s'oxyder même s'ils sont précuits, bien que l'absorption d'oxygène soit alors plus faible (Soudan et coll, 1965). L'oxydation se traduit par une décoloration des pigments caroténoïdes du tégument.

La coloration se produit sur muscle cuit ; elle se développe plus vite aux températures les plus élevées et en présence d'air ou d'oxygène. Elle apparaît, en premier lieu, dans les muscles les plus gras, en particulier, dans la pointe des pinces qui peuvent contenir 2% des graisses, c'est-à-dire deux fois plus que le reste des muscles du corps.

Le rancissement des graisses nettement perceptible au goût et à l'analyse, précède la formation de taches.

7 - LA CONSERVATION DES DENRÉES ALIMENTAIRES PAR L'IRRADIATION :

La décision qu'a prise la commission du Codex Alimentarius à la réunion à Rome en décembre 1979 porte sur un projet de code de pratiques pour l'exploitation des installations d'irradiation des denrées alimentaires et sur un projet de norme générale pour les denrées irradiées (Anonyme, 1980).

Cette décision constitue un nouveau progrès important dans l'introduction des denrées irradiées dans les échanges internationaux.

Certaines délégations nationales ont été surprises par la rapidité avec laquelle ces normes ont franchi les diverses étapes de la procédure complexe du Codex Alimentarius, mais d'autres n'ayant vu que la reconnaissance officielle de la valeur des données déjà disponibles sur la comestibilité et l'inocuité des denrées irradiées.

7.1 - PRINCIPES DE L'IRRADIATION

Pour L'AVOISIER, la masse était l'INVARIANT UNIVERSEL (rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme), le principe d'EINSTEIN admet l'équivalence masse = énergie, ces deux valeurs représentant la même entité; ceci est exprimé par la formule bien connue :

$$E = m c^2$$

dans laquelle E est l'énergie (en Joules), m la masse en Kg et c² le carré de la vitesse de la lumière soit :

$$E = 9.10 m$$

pour obtenir de l'énergie il faut donc une réaction se traduisant par une perte de masse. Deux types de réaction existent :

- Par fission de noyaux lourds par "bombardement" à l'aide d'un neutron (réaction en chaîne) 2 ou 3 neutrons

éjectés "cassent" 2 ou 3 noyaux voisins. Non contrôlée c'est l'explosion nucléaires A ; les noyaux en se désintégrant émettent des "rayons ionisants" ;

- Par fusion de noyaux légers (type deuterium) libérant 100 fois plus d'énergie (Bombe H), sans intérêt industriel actuellement.

C'est la radioactivité créée par fission qui est intéressante dans l'industrie alimentaire.

La radioactivité (naturelle ou artificielle) est le résultat de désintégration de noyaux naturellement instables ou artificiellement rendus instables (radioisotopes).

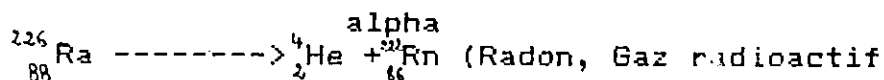
Cette instabilité se traduit par le fait que le noyaux se désintègre en expulsant une particule chargée : il émet spontanément un "rayonnement", les noyaux qui rayonnent "transmutent" en noyaux d'un autre élément.

La radioactivité est un phénomène d'origine nucléaire (du noyau) et non atomique (de l'atome).

Après l'émission du rayonnement nucléaire le noyau est différent de l'initial ; ce noyau est plus stable mais il peut éventuellement être aussi radioactif et émettre son propre rayonnement d'où l'existence de "familles" constituées de l'isotope initial et de ses "descendants". le rayonnement émis est complexe, invisible à l'oeil mais décelable sur les plaques sensibles photographiques ; il existe :

- Une émission de particules chargées positivement identiques au noyau d'hélium, c'est le rayonnement qui ne se produit qu'avec les noyaux à Z (nombre de protons) élevé (supérieur à 81).

Ces noyaux transmutent en remontant deux cases dans la classification de MENDELIEV, par exemple :



Les rayonnement Alpha sont arrêtés par des épaisseurs de quelques dizaines de microns, par exemple une feuille de papier.

- Une émission de particules négatives analogues à

7.3 - ACTION DE L'IRRADIATION IONISANTE :

7.3.1 - ACTION PHYSIQUE :

Ce sont :

- L'ionisation des éléments de la substance irradiée .

En effet, si pour une raison quelconque un électron est arraché de la couche où il gravite, l'atome qui l'a perdu devient un ion positif; si le négaton vient se placer sur l'une des couches d'un atome voisin, celui-ci devient un ion négatif.

Ce mouvement d'un négaton ayant pour conséquence la formation d'une paire d'ions est l'ionisation. Ce phénomène se produit dans les trois états : liquide, solide et gazeux.

- L'activation des diverses molécules touchées, qui se manifeste par une augmentation de leur capacité de réaction. L'utilisation des radiations d'énergie très élevée pourrait provoquer la radioactivité de la substance, ce qui ne se produit pratiquement jamais. L'énergie des isotopes radioactifs n'est pas en effet, suffisante pour induire ou provoquer une radioactivité artificielle des substances irradiées.

L'augmentation de la température du produit est faible (maximum 28°C) justement parceque la quantité totale d'énergie de rayonnement fournie à la denrée est trop petite. D'où la possibilité de stériliser par irradiation sous-plastique.

7.3.2 - ACTION BIOLOGIQUE

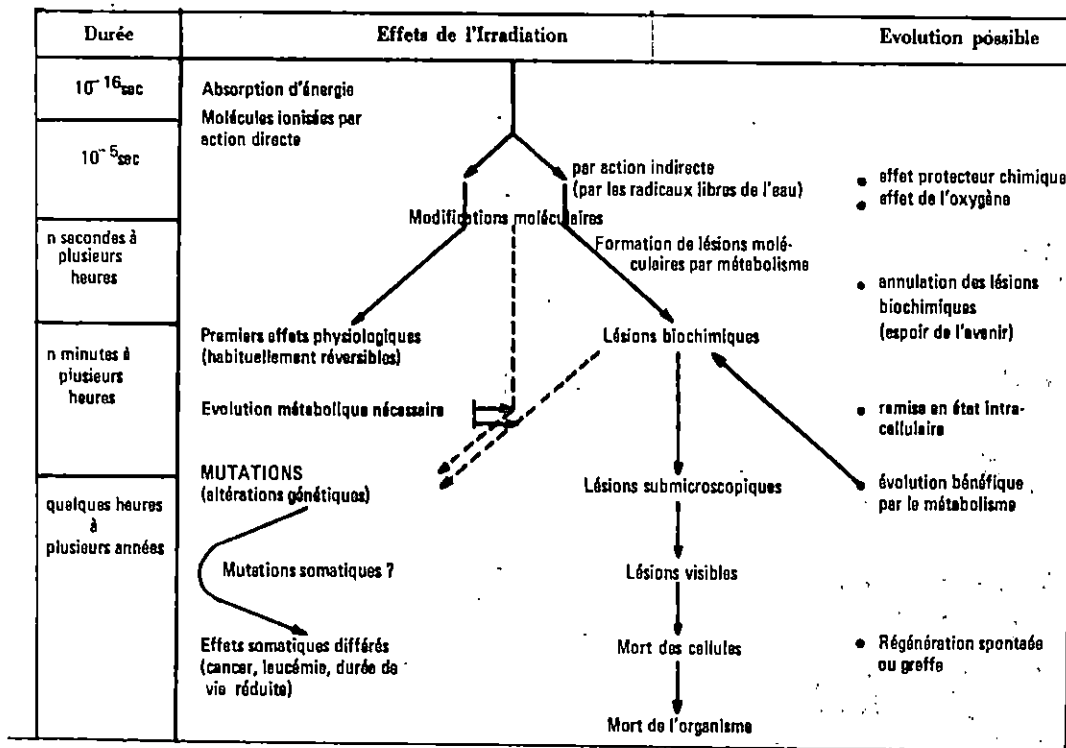
L'action des rayons ionisants sur les cellules vivantes et leurs constituants est résumée dans le tableau 3.

7.3.2.1 - ACTION SUR LES MICROORGANISMES

Le mécanisme de l'inactivation des bactéries est complexe et dépend de nombreux facteurs (Sainclivier, 1976).

Les rayons gamma interviennent sur le métabolisme cellulaire. Tous les modes d'action sont de nature moléculaire et peuvent être provoqués par une modification plus ou moins profonde des structures des métabolites essentiels des cellules tels que les aminoacides, les acides nucléiques et complexes protéiniques constituant les enzymes cellulaires.

TABLEAU 3 : Action des radiations ionisantes sur les cellules vivantes et leurs constituants.



Les cellules des microorganismes ne sont pas détruites immédiatement après l'irradiation mais quelques temps après.

Pour de nombreux chercheurs, lors de l'irradiation de microorganismes, des troubles se produisent dans le métabolisme, particulièrement dans l'acide nucléique. Le système acide désoxyribonucléique (DNA) est affecté plus que le système acide ribonucléique (ARN) (Sainclivier, 1976).

Ces troubles provoquent des retards dans la formation des nucléoprotéines dont le résultat est l'arrêt de la multiplication des cellules.

7.3.2.2 - SENSIBILITÉ DES ORGANISMES VIVANTS :

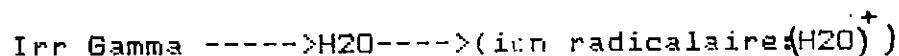
La sensibilité des organismes vivants est très variable (Sainclivier, 1976), les plus sensibles aux rayons ionisants sont l'homme et certains mammifères, une dose de moins de 1000 rad (10 Gray) étant déjà létale. Les moins sensibles sont les bactéries et leur spores, la dose mortelle étant de l'ordre de 2 Mrad (20 KGy) et même plus. Les bactéries Gram (+) sont plus résistantes que les Gram(-), les sporulés plus résistants que les non sporulés.

Clostridium botulinum type A est le plus résistant des clostridium. Les plus sensibles seraient : Pseudomonas, flavobacterium. Les moisissures sont plus radiorésistantes que les levures, elles-mêmes plus résistantes que les Gram+.

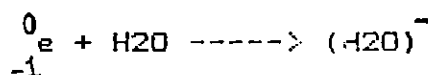
7.3.3 - ACTION BIOCHIMIQUE

7.3.3.1 - ACTION SUR L'EAU :

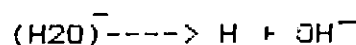
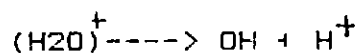
Lorsqu'on irradie l'eau, il se forme un ion radicalaire (H₂O) et un négaton est libéré :



Ce négaton réagit avec une autre molécule d'eau est produit ainsi un ion négatif (H₂O):

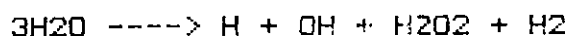


C'est l'ionisation : on a une paire d'ion + et - .
Ainsi, par irradiation de l'eau, il ya formation de deux ions de signes opposés, instables, qui se dissocient en formant des radicaux libres OH et H :



C'est la radiolyse

Les oxydrilles sont des oxydants très actifs qui oxydent tous les constituants oxydables de la chair (particulièrement les lipides).
Les radicaux H⁺ sont réducteurs. S'il n'ya pas de solutés oxydables ou réductibles, ces radicaux libres peuvent se combiner pour former du perhydroxyl (H₂O₂) ou des peroxydes.



Ces réactions sont à l'origine des "Side-effects" dits effets secondaires (odeurs et saveurs désagréables formées) (Sainclivier, 1976).

7.3.3.2 - ACTION SUR LES PROTEINES

Les modifications subies par les protéines dépendent de leur nature et de l'intensité de l'irradiation. Avec 5 Mrad (50 Kgy) (stérilité bactériologique), il ya une perte marquée de la capacité de rétention d'eau, augmentation de la viscosité, diminution de la solubilité, augmentation de la sensibilité aux variations de température.

Le poisson irradié à dose élevée voit sa structure modifiée par suite d'une diminution du pouvoir de rétention d'eau ; il se forme un exsudat dans les produits emballés irradiés.

La dénaturation suit exactement la même évolution que celle due à d'autres traitements technologiques. Les modifications de caractère chimique consistent avant tout en la rupture des chaînes peptidiques, polymérisation,

coagulation, précipitation (Sainclivier, 1976).

Ainsi, ces dénaturations étudiées sur le homard (Homarus americanus) conduisent à une modification de la résistance à la coupe, à une augmentation de la force de mastication de Homard précuit radurisé.

Un durcissement de texture significatif résulte d'irradiation à 1 K Gy (100 Krad), tandis qu'à 0,75 K Gy (75 Krad) les modifications sont insignifiantes.

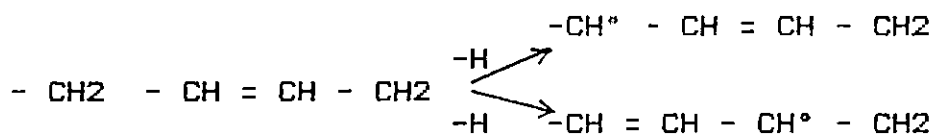
Les aminoacides subissent une faible désamination et une decarboxylation ; les plus sensibles sont la méthionine, la cystéine, l'histidine, l'arginine et la tyrosine.

On sait que certains poissons (morue) contiennent beaucoup d'oxyde de triméthylamine (TMAO). Après irradiation on observe dans ces viandes de fortes quantités de TMA (tryméthylamine), DMA (Diméthylamine) et formaldéhyde.

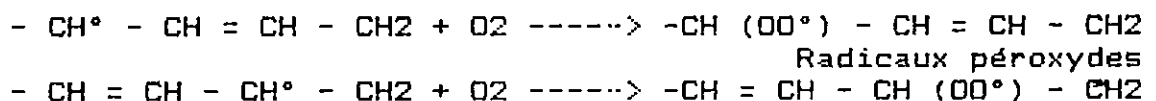
La valeur biologique des protéines dans les aliments irradiés n'est pas différente de celle des aliments traités par d'autres techniques (Sainclivier, 1976).

7.3.3.3 - ACTION SUR LES LIPIDES

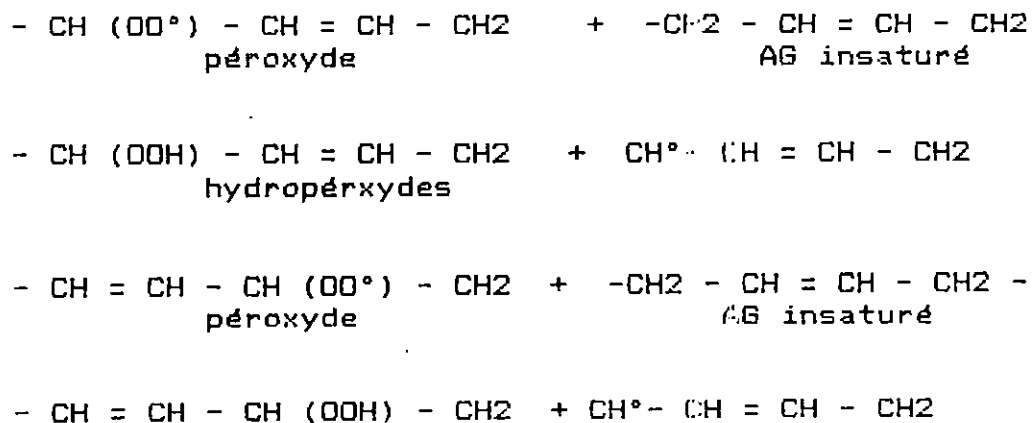
Les modifications sont similaires à la rancidité oxydative par radiolyse, des oxydrides oxydants sont libérés, de même il peut y avoir de l'oxygène libre selon le schéma classique bien connu :



Fixation d'une molécule de O₂:



Les radicaux peroxydes en présence d'acide gras insaturés réagissent en donnant naissance à des hydroperoxydes.



Réactions en chaîne.

7.3.3.4 - ACTION SUR LES GLUCIDES :

Les radiations ionisantes provoquent une oxydation préférentielle du glucose en position 6 pour donner l'acide glucuronique qui est aussi un aldéhyde. La teneur en atomes de carbone demeure inchangée (isomérisation).

7.3.3.5 - ACTION SUR LES ENZYMES :

L'irradiation ionisante peut arrêter ou supprimer l'activité des systèmes enzymatiques mais il faut pour cela des doses élevées (5 à 10 Mrad). Or l'échelle des doses appliquées dans l'industrie alimentaire va de 100 Krad à 2 Mrad (1 Kgy à 20 Kgy).

L'activité enzymatique résiduelle des aliments irradiés aux doses usuelles empêche donc l'emploi de doses plus fortes en raison des conséquences organoleptiques indésirables. Il faudrait des doses trop élevées pour inhiber l'activité enzymatique d'où les techniques mixtes chaleur-irradiation (Sainclivier, 1976).

7.3.3.6 - ACTION SUR LES VITAMINES

Il y'a destruction notable aux doses élevées, nous notons de la plus sensible à la plus résistante les

vitamines, C, A, B1, B2, B12. A 500 Krad (5K Gy) : 70% de la vitamine A, 40% du carotène, la totalité de l'acide ascorbique et 30% de riboflavine sont détruits.

La sensibilité des vitamines dépend de nombreux facteurs dont surtout la composition de la denrée. Le pourcentage détruit dépend de la dose : aux doses de radiostérilisation (25 K Gy à 50 K Gy) la dégradation (dénaturation) ou destruction des vitamines provoquée par les rayons ionisants n'est pas plus importante, que celle provoquée par la stabilisation (stérilisation) à température élevée.

7.3.4 - MODIFICATIONS ORGANOLEPTIQUES :

L'irradiation comme la chaleur apporte des changements dans la texture, la couleur et le goût du poisson traité.

L'importance de ces changements est fonction de la dose utilisée ; elle croît avec la dose: Imperceptibles aux faibles doses, jusqu'à quelques centaines de milliers de rad, les changements croissent ensuite pour être perceptibles aux doses de stérilisation.

L'emploi de doses de radiopasteurisation ne provoque généralement pas de modification d'ordre organoleptique. Il en est ainsi des produits de la mer (inférieur à 5 K Gy) (Anonyme, 1972).

Les modifications organoleptiques sont dues aux actions chimiques déjà décrites. Concernant la couleur, l'irradiation gamma de la metmyoglobine brune donne une couleur rouge qui apparaît dès 0,63 K Gy, intense à 2,1 K Gy et 6,3 K Gy une partie se décolore par précipitation partielle de myoglobine.

Cette myoglobine rouge formée par irradiation est similaire mais non identique à l'oxymyoglobine, elle est activée par de PH légèrement basiques (7,5) et sous azote.

On suppose que les rayons gamma altèrent la metmyoglobine par perte de l'amide N (Nitrogénamide) transformé en sulfomyoglobine (grise).

Des travaux japonais ont montré qu'ainsi l'irradiation préserve la couleur du thon rouge (TOZAMA, 1969).

Parmi les modifications durant le stockage des denrées irradiées, le brunissement (surtout poisson) est le plus fréquent. L'un des moyens préventifs est l'inactivation des enzymes par la chaleur avant radiostérilisation.

L'irradiation accélère la "mélanose" c'est-à-dire le noircissement des chairs par la formation des mélanoidines et par l'action de la tyrosinase sur la tyrosine ; ceci s'observe très facilement notamment sur les crevettes, sur les "fishcubes de morue", sur les langoustines (Sainclivier, 1976). Nous pouvons éviter le noircissement par un "blanchiment" c'est-à-dire un ébouillantage de quelques minutes.

Les modifications de l'odeur et de la saveur sont plus ou moins accentuées aux doses élevées (Stérilisation). Elles peuvent disparaître après cuisson.

Nous pouvons réduire ces effets secondaires biochimiques et organoleptiques par abaissement de la température voisine de congélation (immobilisation des radicaux libres), par abaissement de la tension d'O₂ (réduction des radicaux libres oxydants) ou par addition d'antioxygènes.

7.4 - TECHNOLOGIE SOMMAIRE :

Les denrées alimentaires d'origine aquatique sont le plus souvent irradiées à l'aide de radioisotopes artificiels. Les radioisotopes utilisables pratiquement comme sources de rayonnement gamma sont :

Le cobalt 60

et Le cesium 137

Dans tout projet d'irradiateur, l'épaisseur du produit est à choisir avec soin. La dose reçue varie en raison inverse du carré de la distance.

Dans les grandes installations "gamma" avec des sources en forme de plaques, c'est le type à "balancelles" qui est préféré. Le parcours de ces balancelles doit être tel qu'il balaie au maximum le champ de rayonnement en

permettant l'absorption maximum de l'énergie rayonnée tout en assurant l'homogénéité de la dose.

Les sources et le convoyeur doivent être installés dans un bloc de matériaux absorbants. Les corps sont d'autant plus absorbants qu'ils sont plus denses. Pour transporter des sources, on utilise généralement les containers en plomb; on pourrait aussi utiliser le ferrotungstène, ou même paradoxalement, l'uranium.

Pour les installations fixes, on emploie généralement le béton avec éventuellement des boucliers en acier.

Les ouvertures qui ne peuvent être obstruées (passage de convoyeur, de différents cables ou tuyauteries...) doivent comporter des boucliers précisément contre le rayonnement diffusé.

Les sources irradiantes peuvent être escamotées en les plongeant dans un puit contenant de l'eau filtrée et déionisée.

La figure 2 montre un système continu d'irradiation du poisson préalablement éviscéré, écaillé, fileté :

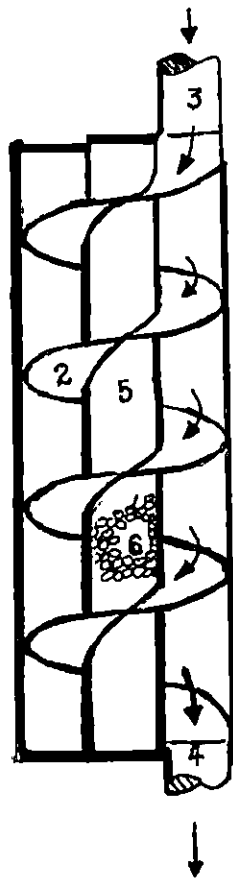
C'est un cylindre (1) à l'intérieur duquel une vis d'archimède (2) fait avancer le poisson (de 3 à 4) autour et le long d'un axe (5) contenant l'élément radioactif (6) (billes de ^{60}Co ou de ^{137}Cs). L'irradiation est ainsi rapide, constante et égale en toute partie du filet de poisson.

Les poissons ou crustacés peuvent être irradiés puisqu'il n'y a pas élévation de température. La plupart des emballages peuvent convenir et spécialement les films plastiques et leurs complexes.

7.5 - LES TECHNIQUES D'IRRADIATION :

Les techniques d'irradiation peuvent être classées en :

7.5.1 - RADAPERTISATION : provoquant la stérilité commerciale dite radiostérilisation; pratiquement, il faut obtenir la destruction de Clostridium botulinum, les valeurs de doses d'irradiation nécessaire pour effectuer une



1

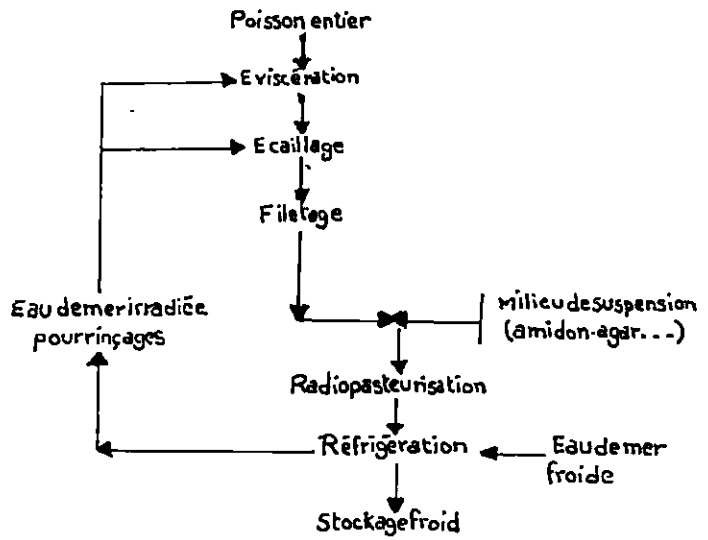


Fig. 2 - Système d'irradiation du poisson en continu
d'après HUFF J.B. (US Patent 3.434.850, 25 MARS 1969)

réduction décimale) sont de l'ordre de 0,19 à 0,28 Mrad (1,9 K Gy à 2,8 K Gy). Dans la pratique pour obtenir une réduction de spores il faudrait envisager des doses de l'ordre de 1,4 - 3,5 Mrad (14 - 35 K Gy).

Ces doses entraînent les profondes modifications biochimiques et organoleptiques déjà signalées. Seules les denrées peu sensibles peuvent être traitées ainsi (Bacon par exemple) (LISTON et Coll, 1970).

7.5.2 - RADURISATION : elle est l'équivalent de la pasteurisation et provoque la réduction du nombre de pathogènes non sporulés et celle des contaminants saprophytes.

Elle doit prolonger la durée de conservation de la denrée. On dit parfois Radicidation.

Les doses sont de 100 à 250 Krad (1 à 2,5 K Gy) et même 400 Krad (4 K Gy) pour les produits de la mer (poissons, crevettes, huîtres, crabes) dont la durée de conservation est ainsi doublée à sextuplée selon les auteurs (KENNEDY et Coll, 1971).

7.6 - TRAITEMENTS MIXTES OU COMBINÉS :

7.6.1 - FROID ET IRRADIATION

Il est beaucoup préférable de combiner les actions de l'irradiation avec une autre technique, froid ou chaleur on obtient ainsi le même taux de destruction des germes et une prolongation de durée de conservation en altérant moins la denrée marine (Sainclivier, 1976).

C'est ainsi qu'il est possible de combiner l'irradiation avec le froid (congélation préalable ou stockage ultérieur sous réfrigération ou lyophilisation), en conservant entre 0 et +3°C, l'irradiation de poisson à 50 et 100 Krad (0,5 et 1 K Gy) prolonge la durée de stockage de 10 à 12 jours en moyenne. Pour de fortes contaminations les doses doivent être plus élevées. Les résultats peuvent être améliorés en utilisant l'emballage sous-vide.

- Du Kamaboko (gelée de poisson) irradié à 0,3 Mrad (3 K Gy) se conserve 3 semaines à 10°C au lieu de 10 jours non irradié.
- L'irradiation des sparidés à 0,5 Mrad permet leur conservation à +20°C sous-vide pendant 1 à 2 mois respectivement ou 20 à 50 jours en anaérobiose sous

plastique. Les filets dépiautés sont encore plus sensibles aux modifications oxydatives dues aux radiations.

TABLEAU 4 : Durée de conservation de quelques espèces en fonction de la dose d'irradiation appliquée (Sainclivier, 1976)

ESPECE	DOSE (Mrad)	DUREE DE CONSERVATION (JOURS)
Cabillaud	1,5	20
Lieu jaune	0,6	15
Eglefin	0,6	30
Filet de Cabillaud	1,5	40
Filet d'Eglefin	0,6	30
Chair de crabe	1,0	50
Huîtres	2,0	plusieurs mois
Crevettes	2,0	"
Thon	1,0	"

En conclusion à tous ces essais :

- les poissons et surtout les crustacés supportent bien l'irradiation gamma.
- les goûts désagréables n'apparaissent qu'à des doses plus élevées si on irradie à l'état congelé, d'où l'intérêt des techniques mixtes d'irradiation-congélation.
- l'irradiation prolonge la durée de conservation en détruisant les microorganismes.
- les produits marins se prêtent fort bien à un traitement économique par irradiation, par leur présentation, par l'équipement de froid très répandu sur les bateaux, par la concentration des mises à terre dans les ports, avant expédition ou transformation.

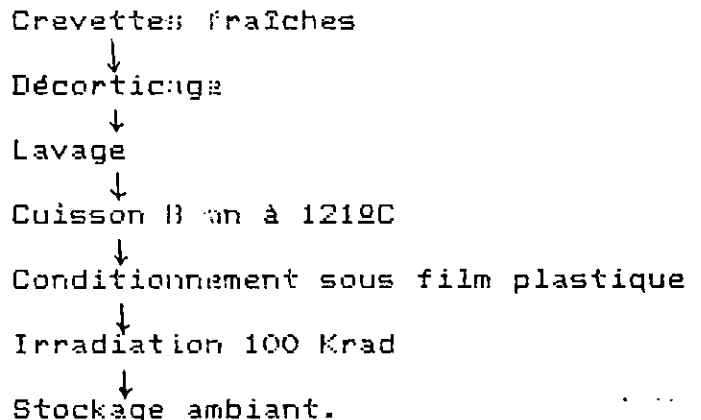
Il ne subsiste comme problèmes que ceux qui

proviennent du déséquilibre de la flore normale, c'est-à-dire de la prolifération des anaérobies dès que la température augmente.

7.6.2 - CHALEUR ET IRRADIATION

La chaleur est utilisée pour la destruction des enzymes et l'irradiation pour celle des microbes. En effet on pallie les "Side effects" provoqués par une dose de rayons gamma trop élevée par un traitement thermique préalable pour inactiver les enzymes, un conditionnement sous vide pour empêcher les oxydations et une basse température pour éviter l'altération des tissus vulnérables.

Un traitement chaleur-irradiation pour crevettes tropicales suit le diagramme suivant : (FARKAS et Coll, 1985).



L'irradiation et le traitement thermique peuvent se compléter aussi pour les plats précuisinés. Ces préparations pourraient être préservées sous emballages plastiques et distribuées à température ambiante.

7.7 - COMESTIBILITE DU PRODUIT IRRADIE

Il convient tout d'abord d'éliminer la croyance affirmant que les produits irradiés sont radioactifs. Lors du traitement ils ne sont jamais en contact avec les radioisotopes qui sont enfermés dans au moins deux gaines en acier inoxydable.

Les produits passent devant les sources radioactives sans être en contact avec elles. Il n'y a donc aucun risque de radioactivité induite (Sainclivier, 1976).

Vingt années de recherches et travaux sur animaux de laboratoire ont montré qu'aucune différence significative ne fut trouvée entre les souris nourries avec des régimes irradiés et celles nourries avec des régimes non irradiés tant dans la croissance, que dans la longévité et de la fréquence des tumeurs concréuses (Sainclivier, 1976). Il n'y a donc aucun risque carcinogène par irradiation des aliments.

De même aucune toxicité n'a été mise en évidence ni aucune différence significative entre animaux consommant des aliments irradiés ou non. Concernant les valeurs nutritives, aucun changement significatif n'a été constaté dans la digestibilité des protéines, graisses et carbohydrates des aliments irradiés. (VIDAL, 1973).

Il a été déterminé que la destruction des vitamines par radiostérilisation (2,5 à 5 Mrad) est comparable à celle causée par l'appertisation (Anonyme, 1981). La valeur biologique des protéines dans le poisson irradié n'est pas différente de celle des poissons traités par les autres procédés, parfois elle est plus élevée (Sainclivier, 1976). Dans la plupart des pays, l'obstacle à une utilisation de l'irradiation est en effet psychologique et administratif. Le public d'une part est sensibilisé à la consommation des produits irradiés par une série de préjugés. D'autre part, certaines instances scientifiques hésitent à faire le pari de l'inocuité à très long terme de cette technique.

DEUXIEME PARTIE - ETUDE EXPERIMENTALE

1. MATERIEL

1.1 ECHANTILLONNAGE ET PRELEVEMENT

L'expérimentation a été réalisée entre les mois de juin et août. L'échantillonnage a été effectué sur la crevette pêchée dans les zones de pêches crevettières Algéroises.

Les prélèvements des échantillons se sont effectués au niveau de la poissonnerie d'Alger après la rentrée des bateaux de pêche au port. L'intervalle de temps entre la capture de la crevette et les prélèvements est d'environ 24 heures.

Les sacs en polyéthylène contenant la crevette ont été transportés dans des bacs isothermes jusqu'au laboratoire. La durée de transport entre le port de pêche et le laboratoire est approximativement d'une heure.

Au niveau du laboratoire, la crevette a été répartie en plusieurs lots destinés à subir les différents traitements qui précèdent l'irradiation (pesée, étêtage, blanchiment,....) .

L'étude a porté sur un échantillonnage de six lots lesquels subiront différents traitements, les caractéristiques de ces lots sont les suivantes :

- Groupe 1: Crevette entière non irradiée (EN-NI) conservée à +5°C.
- Groupe 2: Crevette entière irradié à 1 KGray (EN-I1 Kgy) conservée à +5°C.
- Groupe 3: Crevette entière irradiée à 1.5 Kgy (EN-I1.5 Kgy) conservée à +5°C.
- Groupe 4: Crevette étêtée blanchie non irradiée (ET-BL-NI).
- Groupe 5: Crevette étêtée blanchie irradiée à 1 Kgy (ET-BL-I1 Kgy) conservée à +5°C.
- Groupe 6: Crevette étêtée blanchie irradiée à 1,5 Kgy (ET-BL-I 1,5 Kgy) conservée à +5°C

1.2 BLANCHIMENT

L'irradiation accélère la "melanose" c'est à dire le noircissement de la chair par la formation de la melanoidine et par l'action de la tyrosinase sur la tyrosine.

Le noircissement est évité par un "blanchiment" qui consiste en un ébouillantage de 2 minutes.

La crevette est déposée dans un égouttoir de fil métallique lequel est plongé dans 5 litres d'eau préalablement chauffée.

La température de cette eau doit varier entre 85° et 90°C.

La durée du blanchiment est de 2 minutes.

L'égouttoir est alors retiré de l'eau afin de permettre à la crevette de s'égoutter pendant quelques minutes.

1.3 EMBALLAGE :

Des sacs en polyéthylène de 0.07mm d'épaisseur sont utilisés comme emballage. Environ 250g de crevettes éviscérées sont emballés dans un sac fermé hermétiquement. Environ 400g de crevettes entières sont emballés dans le même type de sac, puis ce même sac est emballé dans une feuille d'aluminium et enfin dans un deuxième sac; ceci afin d'éviter un écoulement éventuel de l'eau (eau libre de la crevette) par des trous provoqués par le rostre.

1.4 IRRADIATION DES ECHANTILLONS :

L'irradiation a été faite à l'aide d'une source au cobalt 60 d'activité initiale de 35990 Curies et débitant une dose de 4615,16 rad par minutes (Haut Commissariat à la Recherche, Centre de Développement de Techniques Nucléaires, Alger).

Les échantillons déjà préparés sont divisés en 6 lots et placés dans un bac isotherme afin d'éviter toute prolifération bactérienne due à la remontée de la température lors de l'irradiation; des doses de 0.1Mrad et 0.15Mrad ont été appliqués; l'activité de la source entre les mois de juin et août au moment du traitement était d'environ 23000 curies.

L'irradiation a été effectuée sur la position numéro 6 du carroussel à une distance de 60cm de la source et à une hauteur de 60cm, ce qui engendre un débit de 596 rad par minute, le bac isotherme est retourné manuellement de 180° afin d'obtenir un meilleur rapport d'uniformité de doses.

1.5 STOCKAGE :

Juste après irradiation, les échantillons destinés à subir les testes organoleptiques, biochimiques et microbiologiques sont placés au réfrigérateur à une température de conservation de +5°C.

2. METHODES :

2.1 METHODE DE DÉTERMINATION DE L'ÉTAT DE FRAICHEUR OU EXAMEN ORGANOLEPTIQUE :

Toutes les techniques de laboratoire présentent un intérêt évident pour l'appréciation de la qualité commerciale; cependant la méthode bactériologique donne des résultats au bout de 3 jours au minimum et les méthodes biochimiques permettent de donner des réponses en moins d'une heure mais requièrent un minimum de matériel souvent inexistant sur les lieux où s'effectue la pratique quotidienne du contrôle, et, lorsqu'il s'agit de décider rapidement de la salubrité d'un lot, l'examen organoleptique trouve alors son utilité et permet de donner une réponse objective en quelques instants en faisant appel aux caractères sensoriels de la vue, de l'odorat et du toucher pour déterminer le degré d'altération du produit marin.

Le test organoleptique utilisé est celui appliqué aux PAYS BAS pour le contrôle des denrées soumises à un traitement par les radiations ionisantes suivant les orientations de monsieur STEGEMAN expert de l'A.I.E.A. rencontré au H.C.E.N pendant le mois de mars précédent et dont les orientations nous ont beaucoup aidé .

Le système de conception a 4 critères de notation :

- Odorat
- Couleur

- Texture
- Saveur

L'indice d'altération est obtenu en faisant les moyennes arithmétiques des notes partielles obtenues.

Nous remarquerons que, suite à une panne assez prolongée de la source d'irradiation à la fin de la durée de l'étude, nous n'avons pas pu pratiquer le test de dégustation.

Le tableau 5 donne un aperçu sur le barème de notation utilisé.

TABLEAU 5: COMPARAISON ENTRE LE DEGRE: DE FRAICHEUR ET L'INDICE D'ALTÉRATION DANS LA DÉTERMINATION MARCHANDES DES DENRÉES ALIMENTAIRES IRRADIÉES.

appreciation: Critères	Mauvais	insuffisant	Suffisant	Bien	Excellent
Odeur					
Couleur					
texture					
Saveur					
Moyenne	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15

2.2 ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES :

2.2.1 MESURE DU PH (Lecoq, 1965)

Faiblement alcalin dans le muscle vivant, le PH des crustacés diminue légèrement après la capture tandis que la glycogénolyse se poursuit. L'oxygène cessible s'épuise et le processus s'oriente vers une production accrue d'acide lactique qui s'accumule, ou d'acide citrique. Le PH s'abaisse alors, l'acidification du milieu contribue à ralentir la glycogénolyse.

A l'issue de la "RIGOR MORTIS", le PH tend à remonter; initialement, il est d'environ 6.25 à 6.9, puis il augmente suite à l'apparition des processus d'altération engendrés par des réactions entre substances voisines telles que protéines et enzymes protéolytiques.

MODE OPERATOIRE

- 10 g de crevettes sont broyées dans 100 ml d'eau distillée dont le PH est de 7 (PH neutre).
- Le PH est mesuré directement à partir de la solution obtenue.

2.2.2 DOSAGE DES MATIERES AZOTEES :

La répartition des constituants azotés des crustacés présente les mêmes particularités que chez les poissons, mais plus accentuées, la fraction non protéique est plus importante, elle correspond à 24 à 30% de l'azote total.

D'après une étude de COLLENS et COLL(1960) et TEERI et COLL(1957), les proportions relatives en azote total, azote protéique et azote non protéique concernant la crevette (Pandalus sp) sont les suivantes :

Azote total.....	3,05 g / 100 g frais .
Azote protéique.....	..19,06 g / 100 g frais .
Azote non protéique.....	..26 à 28 % de l'azote tota

2.2.2.1 DOSAGE DES COMPOSES AZOTÉS PROTEIQUES :

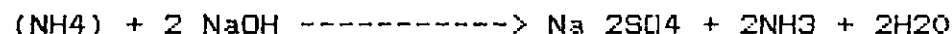
DOSAGE DE L'AZOTE TOTAL (SRIKAR et CHANDREAU ,1983):

PRINCIPE :

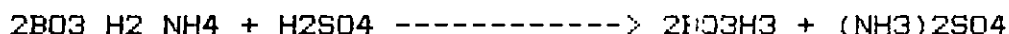
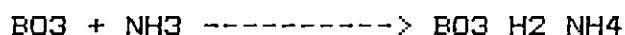
Transformation de l'azote des composés organiques en azote ammoniacal sous l'action de l'acide sulfurique concentré qui, porté à ébullition, agit comme oxydant.

- Le carbone se dégage sous forme de CO_2 .
- l'Hydrogène est fixé par H_2SO_4 sous forme de sulfate d'ammonium $(NH_4)_2SO_4$.

Une fois la matière organique totalement oxydée, on procède au dosage de l'azote ammoniacal déplacé de sa composition de sulfate d' NH_4 par de la soude hyperconcentrée en excès.



L'ammoniac libéré est fixé dans une solution d'acide borique à 2% et dosé par acidimétre.



MODE OPERATOIRE :

MINÉRALISATION DE L'ÉCHANTILLON :

- Introduire dans un matras de Kjeldahl 1g de chair de crevette.
- Ajouter quelques grammes de catalyseur, 10ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré (36N) et 1.5ml d'eau oxygénée (10V)(Annexe2).
- Placer les matras sur une rampe d'attaque reliée à un dispositif d'aspiration de vapeurs toxiques.
- Chauffer d'abord doucement puis augmenter progressivement le chauffage jusqu'à ce que le contenu des matras soit porté à ébullition (éviter toute réaction trop brutale). Lorsque le mélange se décolore et prend une coloration verte, la minéralisation est réalisée.

- A la fin de la minéralisation, retirer les matras et laisser refroidir. Diluer les minéralisats dans des fioles de 50ml en prenant soin de bien rincer les parois des matras afin d'éviter toute perte (SRIKAR et COLL, 1983).

MINÉRALISATION DU BLANC :

- Dans un matras, on met 10ml d'acide sulfurique, 1.5ml d'eau oxygénée et quelques grammes de catalyseur qu'on traitera comme précédemment.

DISTILLATION DU MINÉRALISAT :

- Après lavage de l'appareil de distillation (BUCHI), prelever 20 ml.
- Ajouter environ 40ml de NaOH (400g/l).
- Rincer les conduites de l'appareil avec quelques millilitres d'eau distillée.
- Placer sous l'extrémité du condenseur de l'appareil un bécher contenant 20ml d'acide borique à 2% et quelques gouttes d'indicateur mixte (rouge de méthyle et bleu de méthylène).
- Faire passer un courant de vapeur rapide pendant quelques minutes pour que toute la quantité d'azote soit distillée.

TITRAGE DU DISTILLAT :

Titrer le distillat avec de l'acide sulfurique (0.1N) jusqu'au virage au rose clair et noter le volume V1 de l'acide sulfurique dépensé pour le titrage.

Calcul :

$$N(g) = \frac{(V1 - V2) * 0.14 * 100}{Pe}$$

avec:

V1: quantité en ml de H2SO4 dépensé pour le titrage de l'échantillon

V2: quantité en ml de H₂SO₄ dépensé pour le titrage du blanc.

Pe: prise d'essai en grammes.

0.14: quantité d'azote exprimée en grammes, neutralisée par 1ml d'H₂SO₄.

La quantité de protéines sera calculée par :

$$N(g) \cdot 6,25$$

6.25 : représente le coefficient de conversion protéique.

2.2.2.2 DOSAGE DES COMPOSÉS AZOTÉS NON PROTÉIQUES :

Le dosage de l'ABVT (azote basique volatil total) et de la TMA (triméthylamine) fait partie des méthodes de laboratoire destinées à rendre compte d'une manière objective du degré d'altération de certaines denrées d'origine animale.

Ce dosage est employé pour les produits de la pêche: poissons, crustacés, coquillages cuits décoquillés; il est aussi utilisé pour les viandes et les produits carnés, mais c'est surtout dans l'appréciation de la qualité des produits de la pêche qu'il donne des indications intéressantes, notamment pour apprécier l'évolution au cours de leur conservation de produits de la pêche soumis à irradiation.

On désigne par bases azotées volatiles l'ensemble des amines comme la triméthylamine (TMA), diméthylamine, monométhylamine, putrescine, cadaverine, spermine, spermidine et l'ammoniac résultant de la dégradation protéique. Dans les tissus, le muscle en particulier, l'élaboration de ces bases azotées est surtout liée au développement microbien.

2.2.2.1 DOSAGE DE L'AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTALE (ABVT) ET DE LA TRIMETHYLAMINE (TMA) PAR LA METHODE DE CONWAY (1947):

PRINCIPE :

Ce dosage est notamment effectué dans les aliments simples d'origine animale. Les bases azotées volatiles sont extraites du produit par l'eau ; la solution est déféquée par l'acide trichloracétique.

L'azote basique volatil est dosé par la méthode de Conway qui consiste à doser les corps volatils en les déplaçant par un réactif non volatil (carbonate de potassium) en les absorbant par une liqueur appropriée (acide borique) et en les dosant par de l'acide chlorhydrique.

2.2.2.2.1.1 DOSAGE DE L'AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTALE:

MODE OPÉRATOIRE:

- Peser à 0,01 près ,100 g d'échantillon .
- Placer ces 100 g d'échantillon dans le bol d'un broyeur TURMIX avec 50 ml d'eau .
- Broyer en passant successivement les 3 vitesses .
- Ajouter 50 ml d'acide trichloracétique et broyer à nouveau .
- filtrer sur filtre à plis ordinaire DURIEUX 120.
- Introduire au centre de la cellule de CONWAY qui vient d'être nettoyée méticuleusement, 1 ml de la solution d'acide borique.
- Introduire dans la couronne de la cellule 1 ml de l'extrait trichloracétique, ajouter 1,5 ml d'eau .
- Couvrir partiellement avec le couvercle enduit de vaseline de façon à assurer ultérieurement l'étanchéité de l'enceinte.
- Laisser écouler rapidement 1 ml de la solution saturée de carbonate de potassium dans la couronne et fermer le couvercle .
- Faire tourner doucement la capsule pour assurer le mélange des réactifs .
- Incuber 2 heures à 35°C ou 12 heures à une température supérieure à 15°C.

- Titrer par la solution d'acide chlorhydrique 0,014 N jusqu'au retour de la couleur rose de l'acide borique en solution .

2.2.2.2.1.2 - DOSAGE DE LA TRIMÉTYLAMINE (TMA)

MODE OPERATOIRE:

- Introduire au centre de la cellule de CONWAY soigneusement nettoyée, 1ml de la solution d'acide borique .
- Introduire dans la couronne de la cellule 1ml de l'extrait trichloracétique, préparé de la même manière que pour le dosage de l'ABVT .
- Ajouter 1 ml d'eau et 0,5 ml de la solution de formol, agiter avec précaution
- Placer le couvercle enduit de vaseline en laissant un espace .
- Introduire rapidement la solution de carbonate de potassium .
- Par un mouvement de rotation ,mélanger avec précaution le contenu de la couronne .
- Incuber 2 heures à 35°C ou 12 heures à une température supérieure à 15°C .
- Titrer par la solution d'acide chlorhydrique 0,014 N jusqu'au retour de la couleur rose .

EXPRESSION DES RESULTATS:

Teneur en azote basique volatil total exprimée en mg d'azote pour 100 g de produit homogénéisé :

$$\frac{V \cdot 0,14 \cdot (m_1 + m_2 + m_3) \cdot 100}{d \cdot m_1}$$

d*m1

Avec: V = volume en ml d'acide chlorhydrique utilisé .
m1= masse en gramme du produit homogénéisé .
m2= masse en gramme d'eau
m3= masse en gramme d'acide trichloracétique .
d = masse volumique de l'extrait trichloracétique .

Teneur en triméthylamine exprimée en mg d'azote pour 100 g
de produit homogénéisé :

$$\frac{V_1 * 0,14 * (m_1 + m_2 + m_3) * 100}{d * ml}$$

Avec : V1 = volume en ml d'acide chlorhydrique utilisé pour
le titrage .

2.2.2.2.2 - DOSAGE DE L'AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTAL (ABVT)
PAR LA METHODE DE BILLON ET COLL(1976):

PRINCIPE:

Après défécation par l'acide trichloracétique, on procède à une distillation à la vapeur, on recueille le liquide distillé et on le neutralise ensuite par une solution d'acide sulfurique 0,1N.

MODE OPERATOIRE:

- Peser à 0,1 g près, 100 gramme de muscle de crustacés.
- Introduire l'échantillon dans un pot de centrifugation et ajouter 200 ml de solution d'acide trichloracétique à 7,5 %.
- Homogénéiser (soit dans le pot avec un ULTRA TURRAX ou en versant dans un mixer).
- Centrifuger pendant 5 minutes à 2000 t/m.
- Ecrémer la partie supérieure ressemblant à du lait caillé et filtrer sur papier filtre WATMAN numéro 3 à travers un entonnoir BUCHNER. [B]
- Transférer le filtrat dans un Erlenmayer de 300 ml avec bouchon conique standard.

DISTILLATION DU FILTRAT:

- Porter 10 ml de la solution d'acide borique dans un bécher de 50 ml et placer ce dernier sur le support de l'appareil de BUCHI sous l'extrémité du condenseur.
- Porter 25 ml du filtrat dans l'ampoule de distillation.
- Ajouter exactement 6 ml d'une solution de soude à 10 %.
- Mettre en marche le système de chauffage.
- Régler au moyen du support pivotant la hauteur du bécher contenant la solution d'acide borique afin que l'extrémité inférieure du condensateur soit au dessous de la surface du liquide.

- Continuer la distillation jusqu'à ce que le niveau du liquide dans le bécher gradué arrive au niveau de 50 ml, arrêter alors le chauffage et enlever le bécher .

TITRAGE DU FILTRAT:

- Placer le bécher sur l'agitateur magnétique après y avoir introduit un barreau aimanté et titrer le distillat avec l'acide sulfurique à 0,1N ajouté jusqu'à complète décoloration en utilisant une microburette graduée à 0,01 ml.

TEMOIN:

- Placer 25 ml de solution à 7,5 % d'acide trichloracétique dans l'empoule de distillation de l'appareil .
- Ajouter 6 ml de soude à 10 % et distiller dans une solution de 10 ml d'acide borique .
- Recueillir 40 ml de distillat ;titrer avec l'acide sulfurique 0,1N comme lors du titrage de l'échantillon .

EXPRESSION DES RESULTATS:

Teneur en azote basique volatil totale (ABVT) exprimée par le nombre de milligramme d'ammoniac titrables pour 100 g de tissu musculaire:

$$\frac{(A - B) * 1,7 * 300}{25}$$

Avec :

A = volume en ml de solution d'acide sulfurique 0,1N utilisé pour la neutralisation du distillat de l'échantillon .

B = volume en ml de solution d'acide sulfurique 0,1N utilisé pour la neutralisation du distillat témoin .

2.3 - ANALYSE MICROBIOLOGIQUE:

2.3.1 - PRELEVEMENT EN VUE D'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE:

Afin de manipuler dans des conditions d'aseptie rigoureuses et d'éviter tout apport microbien et en particulier d'opérer à l'abri des microbes, tous les instruments qui seront amenés à être utilisés devront être stérilisés par passage dans la flamme immédiatement avant leur utilisation et maintenu dans la zone aseptique de travail .

Le type de prélèvement prévu est le prélèvement par broyage du produit .

2.3.2 -BROYAGE:

- Après prélèvement de la crevette entière avec du matériel stérilisé, on procède à la pesée.
- Le produit pesé est déposé dans le réservoir homogénéisateur.
- La dilution de l'échantillon se fait en additionnant du T.S.E stéril dans les proportions suivantes:

1g de produit pour 9 ml de T.S.E .

soit : 20gde produit pour 180 ml de T.S.E .

- L'ensemble sera finement broyé à l'aide d'un mixeur inoxydable type ULTRA TURRAX ou TURMIX .
- La revivification des microorganismes est indispensable, pour cela, on laisse reposer le broyat pendant 2 minutes .
- On effectue les dilutions décimales jusqu'à 10 (Annexe 2/figure 3) .

2.3.3 -DENOMBREMENT DES "GERMES TOTAUX":

On désigne par "germes totaux" les germes pathogènes et les germes saprophytes qui sont des germes

anaérobies se développant sur un milieu aérobie non sélectif entre 20 et 22°C en 72 heures ou à 30°C en 24 heures (Marjorie, 1987).

PRINCIPE:

Ensemencement par incorporation dans un milieu gélosé tryptoné à l'extrait de levure (T.G.E.A) dans deux boîtes de PETRI, et lecture après incubation à 22°C ou 30°C (annexe 3/figure 4).

MODE OPERATOIRE (Rodier, 1984):

ENSEMENCEMENT:

- Couler la gélose tryptonée glucosée à l'extrait de levure (T.G.E.A) préalablement fondue et refroidie à 45°C dans les boîtes de PETRI.
- Laisser solidifier .
- A partir des dilutions décimales, transférer 0,1 ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette dans la boîte de PETRI (2 boîtes par dilution pour chacun des deux types de germes recherchés).

INCUBATION:

- Retourner les boîtes ; celles destinées au dénombrement des germes pathogènes sont placés à une température de 30°C, celles destinées au dénombrement des germes saprophytes sont placées à une température de 22°C (température du laboratoire).

DENOMBREMENT DES COLONIES :

- Il est pratiqué sur les boîtes contenant de 30 à 300 colonies après 24 heures ou 72 heures .

2.3.4 - DENOMBREMENT DES GERMES PSYCHROPHILES :

DEFINITION :

Les psychrophiles sont des microorganismes qui se développent dans la nourriture à la température de réfrigération .

Ce terme psychrophile identifie souvent les microorganismes pouvant se développer assez rapidement à des températures de réfrigération commerciales sans égard aux températures idéales de croissance .

Les bactéries dominantes sont :

Pseudomonas , Acinetobacter , Flavobacterium , Alcaligenes ,
Bacillus , Micrococcus , Clostridium , Vibrio et Aeromonas .

PRINCIPE :

Ensemencement par incorporation dans un milieu gélosé nutritif (GN) dans deux boîtes de PETRI , et lecture après incubation à 7°C (Annexe 3 /figure 5).

MODE OPERATOIRE :

- Couler la gélose nutritive (GN) à laquelle a été ajouté du NaCl à raison de 0,5 g pour 100 ml de gélose nutritive , soit 1 g de NaCl pour un flacon de 200 ml .
- Laisser solidifier .
- De la même façon que pour les germes totaux , effectuer les dilutions décimales jusqu'à 10.
- De la même façon que pour les germes totaux , procéder à l'ensemencement (2 boîtes pour chaque dilution).

INCUBATION :

- Retourner les boîtes , et placer les à 7°C .

DENOMBREMENT DES COLONIES :

- Il est pratiqué sur les boîtes contenant de 30 à 300 colonies après une durée d'incubation de 7 jours à 7°C .

DENOMBREMENT DES ENTEROBACTERIES :

DEFINITION :

Ce sont des bacilles Gram(-) immobiles ou mobiles, non sporulés anaérobies facultatives, cultivant sur milieu ordinaire, fermentant avec ou sans production de gaz ; réduisant les nitrates en nitrites, ne possédant pas d'oxydases.

Certaines d'entre elles sont pathogènes, d'autres saprophytes. Les bactéries dominantes sont les genres suivants :

Salmonella, Escherichia, Citrobacter, Shigella, Enterobacter, proteus, Edwardsiella et Serratia.

PRINCIPE :

Ensemencement par incorporation dans un milieu gélosé, glucosé au cristal violet et rouge neutre (V.R.B.G) dans deux boîtes de PETRI et lecture après incubation à 30°C (Annexe 3 / figure 5).

MODE OPERATOIRE :

- Couler la gélose glucosée au cristal violet et rouge neutre (V.R.B.G) préalablement fondue et refroidie à 45°C dans les boîtes de PETRI.
- Laisser solidifier.
- A partir de chaque dilution de l'échantillon, transférer 0,1 ml dans chaque boîte de PETRI.
- Couler ensuite une deuxième couche de gélose glucosée au cristal violet et rouge neutre (V.R.B.G) Préalablement fondue et refroidie à 45°C. On remarquera que la deuxième couche de V.R.B.G doit être plus mince que la première.

INCUBATION :

- L'incubation se fait à 30°C pendant 24 heures plus ou

moins 10 heures .

DENOMBREMENT DES COLONIES :

- Il est pratiqué sur les boîtes contenant de 30 à 300 colonies dont la couleur doit être rouge violacé .

2.3.6 -DENOMBREMENT DES MOISSURES :

DEFINITION :

Les moisissures sont des champignons chez lesquels les organes de fructification ont une structure nettement filamenteuse . Elles se développent sur un milieu aérobie gélosé à l'oxytetracycline à 27°C.

PRINCIPE :

Ensemencement par incorporation dans un milieu gélosé à l'oxytetracycline dans deux boîtes de PETRI ,et lecture après incubation à 27°C (Annexe 3 / figure 6).

ENSEMENCEMENT :

- Couler la gélose à l'oxytetracycline préalablement fondue et refroidie à 45°C dans les boîtes de PETRI .
- Laisser refroidir .
- A partir des dilutions décimales ,transférer 0,1 ml de l'échantillon dans chaque boîte de PETRI (2 boîtes pour chaque dilution).

INCUBATION ET DENOMBREMENT :

- Retourner les boîtes et placer les à 27°C .
- La lecture est pratiquée après 5 jours d'incubation .

TROISIEME PARTIE
RESULTATS ET INTERPRETATION

1. EXAMEN ORGANOLEPTIQUE :

L'estimation de l'état de fraîcheur par l'examen organoleptique fait appel aux caractères sensoriels qui sont l'odorat, la vue et le toucher. Au cours de l'étude, l'examen organoleptique a été effectué des l'arrivée au laboratoire, après les différents traitements (blanchiment, étêtage, ...) et après 2,5,7,9, et 12 jour de réfrigération à 5°C.

Groupe 1: crevette EN-NI.

Entre 0 et 2 jours :

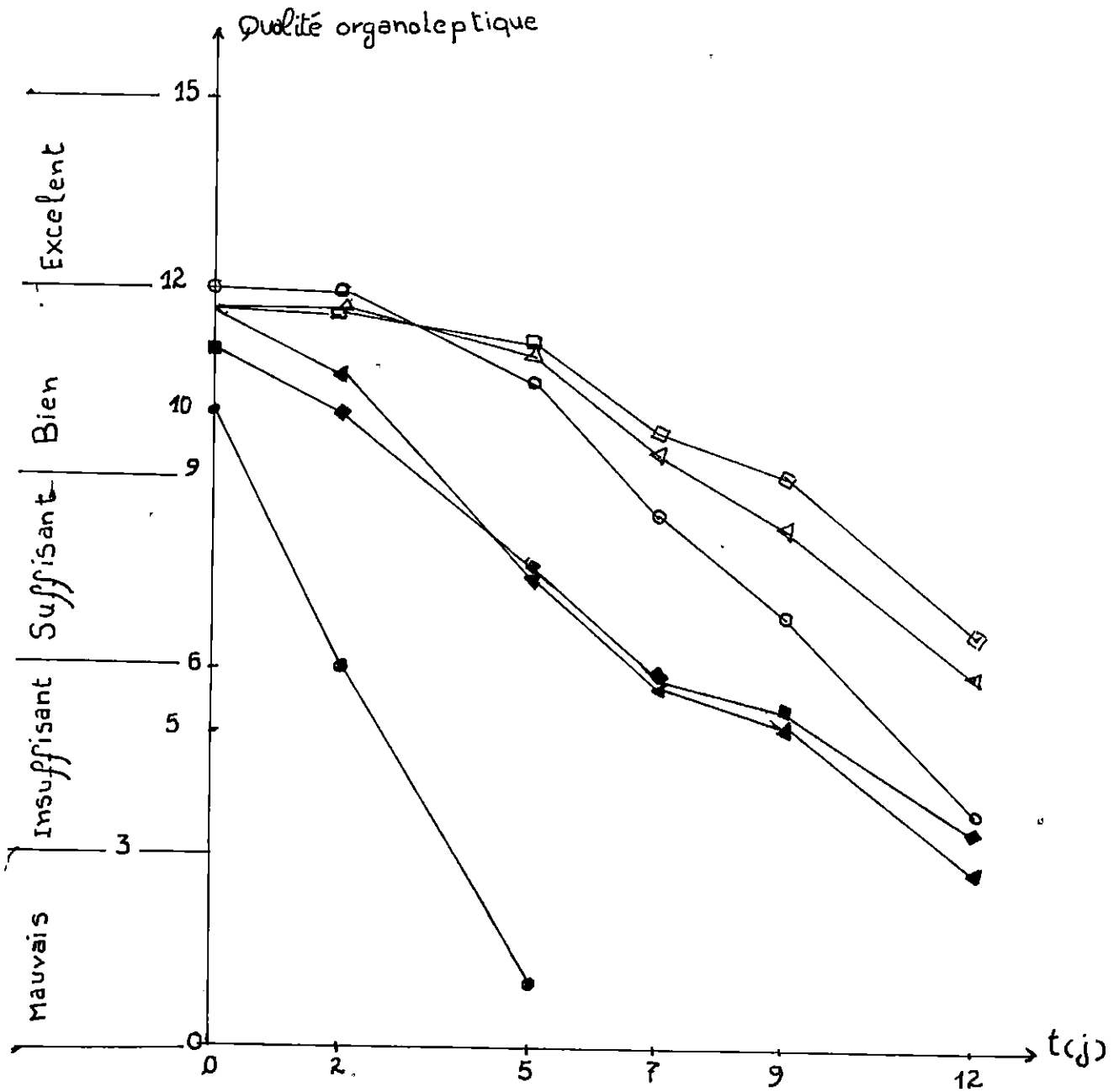
L'odeur de la crevette fraîche est légère et agréable rappelant celle de la merée ; la couleur varie entre le rose foncé et le rouge pâle ; la carapace est lisse, légèrement brillante et résistante au toucher. Les crevettes ayant séjourné 2 jours au réfrigérateur ont une odeur assez forte et désagréable ; l'aspect général révèle un rouge pâle peu vif marqué par un noircissement particulièrement au niveau du céphalothorax. La carapace ainsi que le céphalothorax sont mous au toucher. Le barème de cotation est pour :

- crevette de 0 jour : 10.07 => Appréciation: bien
- crevette de 2 jour : 6.02 => Appréciation :suffisant.
(Annexe 1 - Tableau 6)

Le testé de "student" (SPIEGEL, 1982) montre une différence significative au risque de 1% entre la crevette fraîche et la crevette qui a séjourné 2 jours à + 5°C (Annexe 1 - tableau 16A)

Entre 2 et 5 jours :

La crevette de 5 jours a une odeur forte et très désagréable, le noircissement est très important surtout au niveau du céphalothorax, en effet les crustacés et plus particulièrement les crevettes subissent une alteration spéciale qui se traduit par un noircissement de la chair. Les taches surviennent d'abord à la jonction du céphalothorax et du corps puis à la ligne de séparation des segments et dans certaines pattes (Soudan et Coll, 1965). Le corps est mou, terni la carapace amollie parait perforée de minuscules trous et les pattes sont facilement détachables.



- EN-NI
- ▲ EN-11Kgy
- EN-11,5Kgy
- ET.BL.NI
- △ ET.BL-11Kgy
- ET.BL-11,5Kgy

Figure 6 : Evolution de la qualité organoleptique de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C.

Le barème de cotation est pour :

- crevette de 2 jours : 6.02 ==> Appréciation : suffisant
- crevette de 5 jours : 1.02 ==> Appréciation : mauvais (Annexe 1 - tableau 6)

Le testé de "student" révèle une différence significative au risque de 1% entre la crevette de 2 jours et celle de 5 jours (Annexe 1 - Tableau 16B)

L'évolution dans le temps des caractères organoleptiques de la crevette IN-NI est rapide, elle atteint la limite de consommabilité au bout de 2 jours de conservation à 5°C la crevette entière de 5 jours est donc impropre à la consommation (fig 21)

Groupe 2 : Crevette EN-I1KGY

Entre 0 et 2 jours :

La crevette de 0 jours et celle de 2 jours ont pratiquement la même odeur qui est légère et agréable, la même texture : corps brillant, lisse et résistant au toucher, d'une texture rose foncée cependant nous remarquons un début de noircissement de la crevette au bout de 2 jours notamment au niveau de la jonction du céphalothorax et du corps.

Le barème de cotation est pour :

- Crevette de 0 jour : 11.60 ==> Appréciation : Bien.
- Crevette de 2 jours : 10.65 ==> Appréciation : bien (Annexe 1 - Tableau 6)

le teste de " Student " montre une différence non significative au risque de 1% entre les crevettes de 0 jours et celles de 2 jours (Annexe1 -tableau 17A)

Entre 2 et 5 jours :

La crevette de 2 jours : une odeur légèrement plus agréable que celle de 5 jours avec une texture également plus brillante, un corps plus résistant au toucher ; le noircissement est relativement moins accentué.

Le barème de cotation est pour :

- Crevette de 2 jours : 10.65 ==> Appréciation : bien.
- Crevette de 5 jours : 7.37 ==> Appréciation : Suffisant.

selon le test d'homogénéité, la différence est significative au risque de 1% (Annexe 1- tableau 17B)

entre 5, 7 et 9 jours :

Nous constatons que l'évolution au cours du temps des caractères organoleptique n'est pas très marquée surtout entre le 7ème jour et le 9ème jour de conservation (fig 6).

Le noircissement est accentué pour la crevette du jour 9 par rapport à celui de la crevette du jour 5, ceci coïncide avec les valeurs du barème de cotation qui sont pour :

- Crevette de 5 jours : 7,37 =====> Appréciation : Suffisant
- Crevette de 7 jours : 5,65 =====> Appréciation : Insuffisant
- Crevette de 9 jours : 5,10 =====> Appréciation : Insuffisant.

(Annexe 1 - tableau 6)

Le teste de "Student" révèle :

- Une différence significative au risque de 1% entre la crevette du 5ème jour et celle du 7ème jour.
- Une différence non significative au risque de 5% entre la crevette du 7ème jour et celle du 9ème jour. (Annexe 1 - tableau 17C et 17D).

Entre 9 et 12 jours :

Au 12 ème jour, l'évolution de la qualité

organoleptique est très accentuée, elle se traduit par le brunissement total de la crevette et une odeur plus désagréable rappelant celle de l'ammoniac : le corps mou est peu résistant au toucher et les appendices sont facilement détachables.

Le barème de cotation a donné les résultats suivants :

Crevette de 9 jours : 5;10 <====> Appréciation : Insuffisant

Crevette de 12 jours : 2;82 <====> Appréciation : Mauvais.

La différence révélée par le teste de "Student" est significative au risque de 1% (Annexe 1 - tableau 6 et 17 E).

L'évolution des caractères organoleptiques au cours de la conservation à +5°C de la crevette EN-IKGBY est relativement moins rapide que celle de la crevette EN-NI (Temoïn)(fig.6). La crevette EN-IKGBY peut être selon les valeurs du barème de cotation consommable jusqu'au 5ème jour (Annexe 1 - tableau 6), cependant elle présente un inconvénient : le noircissement qui apparaît à partir du 2ème jour; Pour la crevette EN-NI, la limite de consommabilité est atteinte au 2ème jour de conservation (fig.6 et 21).

Selon le teste de "Student" la différence est significative au risque de 1% entre la crevette EN-NI et la crevette EN-IKGBY au 2ème jour de conservation (Annexe 1 - tableau 26 A).

En ce qui concerne la crevette EN-IKGBY la limite de consommabilité est atteinte le 5ème jour avec une différence significative au risque de 1% en comparaison avec la crevette EN-NI au bout du 2ème jour de réfrigération et une différence non significative au risque de 5% avec la crevette EN-IKGBY au bout de 2ème jour (fig.6,7 et 22/Annexe 1 - tableau 30A et 27A).

Signaux qu'au bout du 12ème jour, la crevette (EN-IKGBY) présente des signes d'altération prononcés.

Groupe 3 : Crevette EN-I1,5 KGBY :

Entre 0 et 2 jours :

Pratiquement, les mêmes caractères organoleptiques sont observés entre la crevette de 0 jour et celle 2 jours (fig.6 et 7).

Le barème de cotation est pour :

- Crevette de 0 jour : 11,02 =====> Appréciation : Bien -
- Crevette de 2 jours : 10,02 =====> Appréciation : Bien

Le teste de "Student" révèle une différence non significative au risque de 5% (fig.6 / Annexe 1 - tableau 6 et 18A).

En comparant, au bout de 2 jours de conservation, entre la crevette EN-I 1Kgy et la crevette EN-II,5Kgy nous constatons que la différence des caractères organoleptiques est négligeable, ceci est confirmé par le test de "Student" qui donne une différence non significative au risque de 5% .

Entre 2 et 5 jours :

Au bout du 5ème jour de conservation l'odeur est moins agréable par rapport à celle du 2ème jour, le brunissement est plus intense, la carapace est moins résistante au toucher.

Le barème de cotation est pour :

- Crevette de 2 jours : 10,02 =====> Appréciation : Bien
- Crevette de 5 jours : 7,60 =====> Appréciation : Suffisant.

Le teste de "Student" donne une différence significative au risque de 1% (fig.6 et 7/ Annexe 1 - tableau 6 et 18B).

Entre 5, 7 et 9 jours :

Entre le 5ème et le 9ème jour l'évolution des critères organoleptiques est similaire à celle observée chez la crevette EN-I1Kgy, cependant le noircissement est respectivement plus marqué.

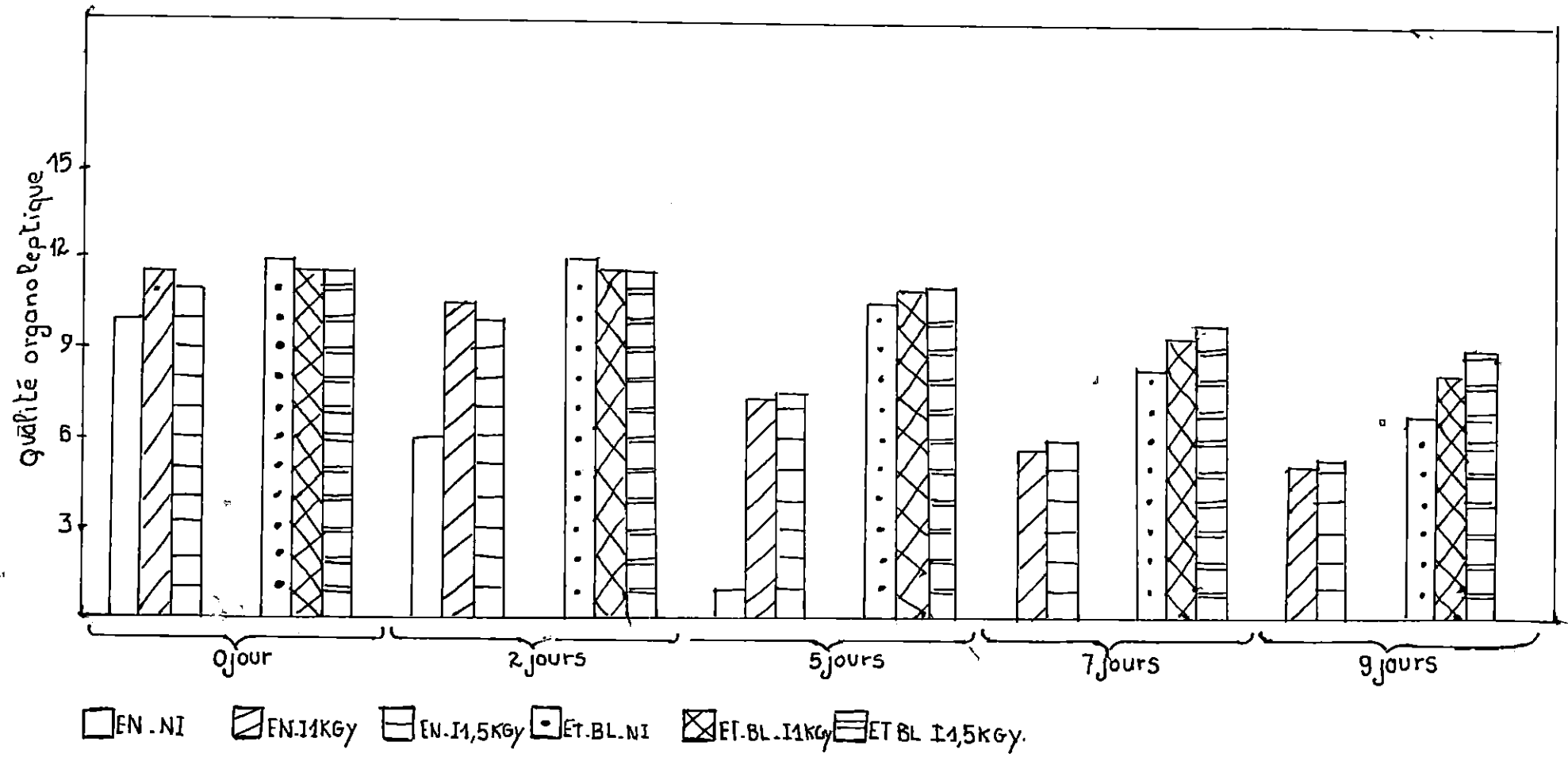


Figure 7 : Evolution de la qualité organoleptique de la crevette au cours de la réfrigération à + 5°C .

Le barème de cotation est pour :

Crevette de 5 jours : 7,60 =====> Appréciation : Suffisant

Crevette de 7 jours : 5,79 =====> Appréciation :
Insuffisant

Crevette de 9 jours : 5,32 =====> Appréciation :
Insuffisant.

Le teste de "Student" révèle une différence non significative au risque de 1% entre le 5ème et le 7ème jour de conservation, et une différence non significative au risque de 5% entre le 7ème et le 9ème jour (fig.6 et 7/ Annexe 1 - tableaux 6, 18C et 18D).

En comparant les moyennes des critères organoleptiques au 5ème jour de réfrigération, on note que : (Annexe 1 - tableau 31 A).

- Entre la crevette EN-I 1,5 KGy et celle irradiée à 1 KGy la différence est non significative au risque de 5% ce qui nous permet de dire que la limite de consommabilité est pratiquement la même (5 jours) pour ces 2 groupes de crevettes (fig 6, 22 et 23).
- Entre la crevette EN-II,5 KGy et celle non irradiée (Témoin) la différence est nettement significative.

entre 9 et 12 jours :

La crevette ayant séjourné 12 jours à +5°C présente les signes d'une altération avancée qui se traduit par un brunissement total du corps, une odeur très désagréable et une fragilité de la carapace et des appendices.

Le barème de cotation est pour :

- Crevette de 9 jours : 9,32 =====> Appréciation : Bien

- Crevette de 12 jours : 3,42 =====> Appréciation :
Insuffisant.

Le teste de "Student" a donné une différence significative au risque de 1% (Annexe 1 - tableaux 6 et 18E).

En comparant la crevette EN-I 1 Kgy et celle irradiée à 1,5 Kgy, au bout du 12ème jour de conservation, on constate que chez les 2 groupes la consommation est impropre, cependant les signes d'altération sont relativement plus prononcés pour le groupe 2 (EN-I 1 Kgy),

groupe 4 : Crevette ET-BL-NI.

Entre 0 et 2 jours :

L'odeur originelle de la crevette fraîche rappelant celle des fonds marins a disparue sous l'effet du blanchiment, nous avons obtenu une odeur légère très agréable.

La couleur varie entre la rose claire et le blanc laiteux ; le corps est résistant au toucher, la chair blanche est ferme.

Au bout du 2ème jour de réfrigération aucune modification organoleptique n'est observée. Le barème de cotation est pour :

- La crevette de 0 jour : 11,97 =====> Appréciation : Bien
- La crevette de 2 jours : 11,95 =====> Appréciation : Bien.

Aucune différence significative n'est observée entre la crevette de 0 jour et celle de 2 jours au risque de 5% (fig.6 / tableau 19A).

Entre 2 et 5 jours :

Au bout du 5ème jour de conservation la différence observée ne concerne que le critère "odeur", en effet l'odeur est moins agréable et légèrement plus forte.

Le barème de cotation est pour :

- La crevette de 2 jours : 11,95 =====> Appréciation : Bien
- La crevette de 5 jours : 10,82 =====> Appréciation : Bien.

Le teste de "Student" nous donne une différence significative au risque de 1%, ceci est probablement dû au changement de l'odeur. (Annexe 1 - tableau 19 B)

Entre 5,7 et 9 jours:

La crevette de 7 jours présente une chair beaucoup moins ferme, la carapace ainsi que les appendices présentent la même couleur rose déjà observée, et l'odeur est nettement plus forte (fig 6 et 7 / annexe 1 - tableau 6, 19C, 19D et 19E).

Les changements organoleptiques au bout de 9 jours concernent surtout les critères d'odeurs et de texture. En effet, l'odeur est plus désagréable, la chair est plus molle, elle a tendance à s'effriter au toucher.

Le barème de cotation est pour :

- La crevette de 7 jours : 8,40 ---> Appréciation : suffisant .

- La crevette de 9 jours : 6,80 ---> Appréciation : suffisant .

Le teste de "student" révèle une différence significative au risque de 1% entre le 5ème et le 7ème jours; et entre le 7ème et le 9ème jours de réfrigération.

Entre 9 et 12 jours :

Après 12 jours de conservation à +5°C l'odeur désagréable s'accroît, la chair s'effrite au toucher, et le corps est mou.

L'observation à l'oeil nu ne révèle aucun changement de la couleur.

Le barème de cotation a donné la valeur de 3,72 pour la crevette de 12 jours, cette valeur correspond à une appréciation : insuffisant .

La différence des moyennes organoleptiques est significative au risque de 1% (Annexe 1 - tableau 19E).

L'évolution des caractères organoleptiques au cours de la conservation à +5°C de la crevette ET-BL-NI est relativement moins rapide que celle de la crevette EN-NI (fig 6, 21 et 24), ceci ne peut être dû qu'à l'action de l'étêtage et du blanchiment, en effet pour éviter la décomposition, il faut limiter strictement le nombre de micro-organismes sur les crevettes, ou éviter l'oxydation de leur phénols.

Cette oxydation transforme les phénols en mélanines à l'aide des phénolases provenant des tissus cellulaires des crevettes. Cela entraîne la production de tâches noires, souvent proche des segmentations de la crevette (OTENG, GYANG, 1984)

La tyrosine peut aussi subir une réaction oxydative par les tyrosinases du tissu. Pour éviter la décomposition des crevettes, celles-ci doivent être étêtées, lavées, puis blanchies dès que possible.

Le liquide sombre qui sort de l'intérieur de la crevette renferme souvent des matières végétales et animales en décomposition, il faut les éliminer par l'étêtage ou par le lavage aussi vite que possible.

Ceci est confirmé par la limite de consommabilité qui est en moyenne de 2 jours pour la crevette EN-NI et 7 jours pour la crevette ET-BL-NI (fig 21 et 24).

Groupe 5 : Crevette ET-BL-I 1 KGy

Entre 0, 2 et 5 jours :

Toute variation des caractères organoleptique est négligeable au cours des 5 premiers jours de réfrigération, surtout pendant les 2 premiers jours de conservation.

Ceci est confirmé par le test de "Student" qui donne à chaque fois une différence non significative au risque de 5% entre le jour 0 et le jour 2 et entre le jour 2 et le jour 5 (Annexe 1 - tableaux 20a et 20B).

Entre 5, 7, 9 et 12 jours :

Nous observons une modération dans l'évolution des caractères organoleptiques entre le 5ème et le 9ème jour de conservation ; les variations organoleptiques subies pendant cet intervalle de temps ne sont pas très importantes.

Entre le 9ème et le 12ème jour, l'altération est relativement plus rapide pour aboutir à une crevette inconsommable.

Le barème de cotation est pour la :

- Crevette de 5 jours : 10,92 =====> Appréciation : bien
- Crevette de 7 jours : 9,35 =====> Appréciation : bien
- Crevette de 9 jours : 8,20 =====> Appréciation : suffisant
- Crevette de 12 jours : 5,85 =====> Appréciation : insuffisant.

Le teste de "Student" donne à chaque fois une différence significative au risque de 1% entre le jour 5 et le jour 7, le jour 7 et le jour 9, et le jour 9 et le 12 (fig 7/Annexe 1 - tableaux 6, 20C, 20D, et 20E).

Les testes organoleptiques indiquent que la limite de consommabilité de la crevette ET-BL-I 1Kgy se situe au 9ème jour, alors que celle de la crevette ET-BL-NI (Témoin) est de 7 jours, ceci ne peut être dû qu'à l'action ionisante de la dose d'irradiation (1 Kgy) appliquée à la crevette (fig 25).

Entre le jour 0 et le jour 7 lorsqu'on compare la crevette ET-BL-NI à la crevette ET-BL-I 1 Kgy, le test de "Student" révèle une différence non significative au risque de 5%, par contre la différence est significative au risque de 1% entre le 9ème et le 12ème jour de conservation.

Groupe 6 : Crevette ET-BL-I 1,5 Kgy

Entre 0, 2 et 5 jours :

Le test de "Student" montre une différence non significative au risque de 5% entre le jour 0 et le jour 2, et entre le jour 2 et le jour 5 (fig 6/Annexe 1 - tableaux 21A et 21B).

Les critères organoleptiques évoluent pratiquement de la même manière que ceux de la crevette ET-BL-I 1 Kgy ; en effet le teste de "Student" montre une différence non significative au risque de 5% entre la crevette fraîche ET-BL-I 1 Kgy et la crevette fraîche ET-BL-I 1,5 Kgy

Le barème de cotation est pour la :

- Crevette de 0 jour : 11,57 ==> Appréciation : bien
- Crevette de 2 jours : 11,62 ==> Appréciation : bien
- Crevette de 5 jours : 11,12 ==> Appréciation : bien.

Entre 5, 7, 9 et 12 jours :

Au 7ème jour, le barème de cotation indique une appréciation "Bien" avec une valeur de 9,67 qui était de 11,12 avec une appréciation "Bier" au 5ème jour, et qui devient "Insuffisant" avec une valeur de 8,95 au bout du 9ème jour, et une valeur de 5,50 au 12ème jour de conservation à +5°C (Annexe 1 - tableau 6).

Notons que la différence des moyennes organoleptiques est significative entre le 5ème et le 7ème jour et entre le 9ème et le 12ème jour, en effet le teste de "Student" montre une différence significative au risque de 1% entre le 5ème et le 7ème jour et entre le 9ème et le 12ème jour de conservation (Annexe 1 - tableaux 21C, 21D et 21E), par contre, la différence est non significative au risque de 5% entre le 7ème et le 9ème jour.

La crevette ET-BL-I 1,5 KGy a une limite de consommabilité qui s'étend jusqu'au 9ème jour comme c'est le cas de la crevette ET-BL-I 1KGy, cependant l'appréciation est meilleure pour cette première (fig 25) ; le test de "Student" montre une différence non significative au risque de 5% entre la crevette ET-BL-I 1KGy et celle irradiée à 1,5 KGy au cours de la conservation de 0 jours jusqu'au 12ème jours.

2 - ANALYSE MICROBIOLOGIQUE :

2.1 - FLORE TOTALE :

Crevette fraîche (0 jour)

Le nombre de germes totaux de la crevette EN-NI est supérieur à celui de la crevette ET-BL-NI, ceci est dû à la présence du céphalothorax chez la crevette entière et à l'action du blanchiment qu'a subi la crevette étêtée (fig 8/Annexe 1 - tableau 7).

La crevette ET-BL-I 1KGy présente une charge bactérienne inférieure à celle de la crevette ET-BL-NI avec une

différence significative au risque de 1% ; comparée à la crevette EN-I 1K Gy, la crevette ET-BL-I 1 K Gy, présente un taux de germes inférieure (fig 8/Annexe 1 - tableau 24A).

Le plus faible taux de germes est observé chez la crevette ET-BL-I 1,5 K Gy, ce taux est légèrement inférieure à celui de la crevette ET-BL-I 1K Gy avec une différence non significative au risque de 5% (fig 8/Annexe 1 - tableau 25A).

Chez la crevette entière non irradiée, la charge bactérienne est élevée, elle est de $1,01 \cdot 10^5$ germes/g (Annexe 1 - tableau 7), en effet, les crevettes sont des animaux fragiles qui meurent peu après avoir été pêchés. La décomposition commence donc très tôt.

La source de contamination peut être le crustacé nouvellement pêché, le chalutier lors de la manutention, et probablement le fait que la crevette n'a pas été soumise au froid immédiatement après la capture.

Il y'a eu prolifération de micro-organismes au cours du trajet qui sépare le lieu de pêche du laboratoire. De plus, les températures de réfrigération (+5°C) n'agissent pas immédiatement sur les bactéries qui continuent à proliférer pendant un certain temps à partir duquel l'action du froid (+5°C) se fait réellement sentir.

Crevette de 2 jours :

Au bout du 2ème jour de conservation, une élévation du nombre de germes est observée chez tous les groupes étudiés, cette élévation est plus accentuée chez la crevette EN-NI et la crevette ET-BL-NI ; dans les deux cas, le teste de "Student" montre une différence significative au risque de 1% entre le jour 0 et le jour 2 (fig 8 et 9/Annexe 1 - tableaux 16A et 19A).

Avec une irradiation de 1,5 K Gy, le taux de germes est légèrement inférieur à celui d'une irradiation à 1 K Gy pour la crevette entière ; le teste de "Student" montre une différence non significative au risque de 5% alors que la différence est significative au risque de 1% entre la crevette ET-BL-I à 1K Gy et celle irradiée à 1,5 K Gy au bout du 2ème jour (Annexe 1 - tableaux 27A et 29A).

Au bout du 2ème jour de réfrigération à +5°C, la crevette EN-NI est inconsommable avec un taux de $2,96 \cdot 10^7$ germes/g (Annexe 1 - tableau 7) alors que la crevette

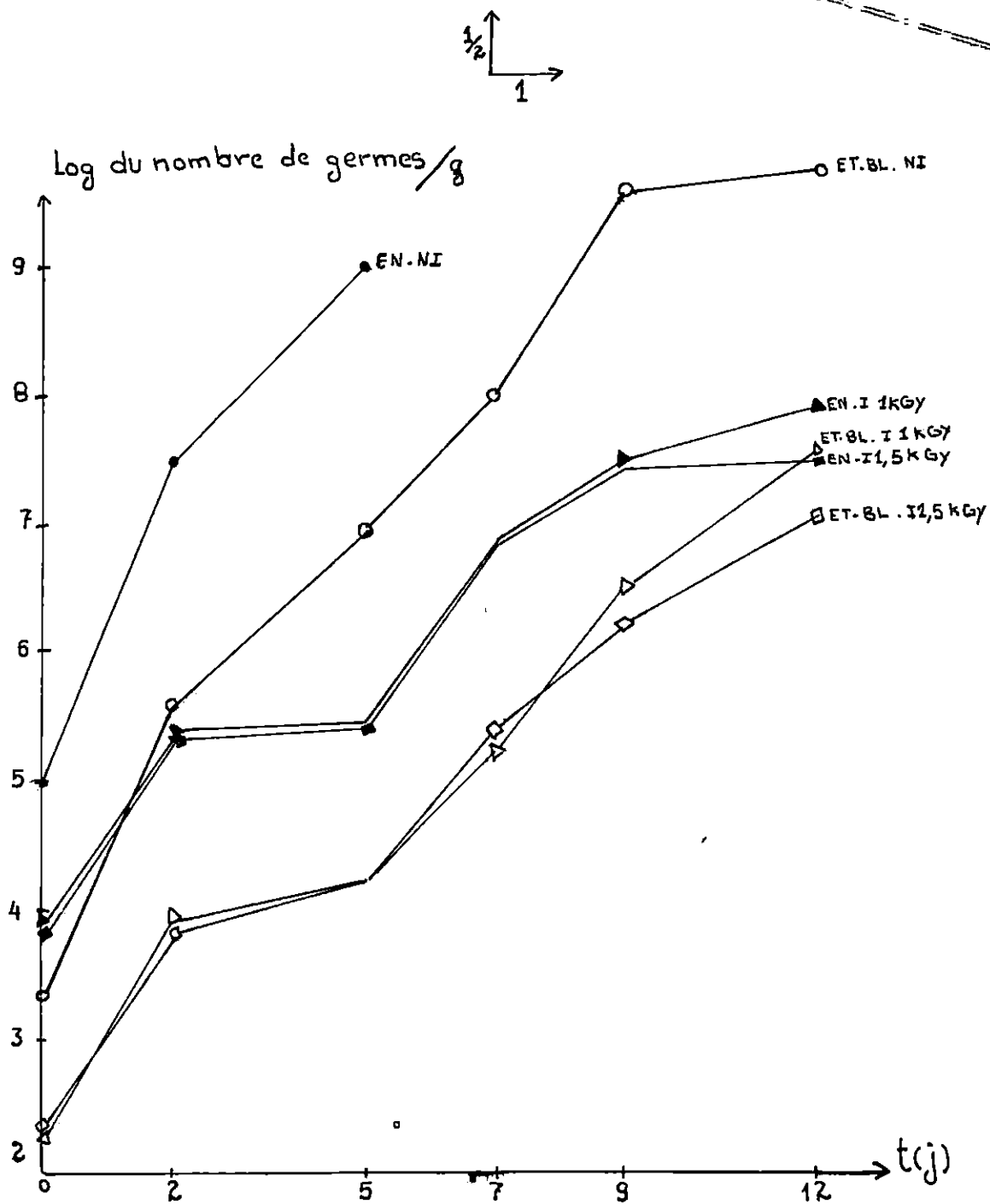


Figure 8: Evolution de la flore totale de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C.

- EN.NI
- ▲—▲ EN.I 1kGy
- EN.I 1,5kGy
- ET.BL.NI
- △—△ ET.BL.I 1kGy
- ET.BL.I 1,5kGy

ET-BL-NI est toujours consommable avec une charge bactérienne de $4,13 \cdot 10^5$ germes/g, la limite acceptable étant de 10^6 germes/g (Hannesson et Coll, 1971).

L'élévation des germes observée au cours du 2ème jour de réfrigération de la crevette EN-NI est due probablement à la présence du céphalothorax qui abrite 50 à 80% des bactéries ; signalons également l'impact du blanchiment qui agit en bloquant la détérioration enzymatique. Les enzymes endocellulaires ou exocellulaires peuvent provenir soit du produit alimentaire, soit des microorganismes se développant sur ces produits ; ces enzymes peuvent continuer à exercer leur action, même en absence de croissance microbienne.

Il est évident qu'une simple inhibition de croissance n'est pas une garantie totale d'absence de dégradation (OTENG-GYANG, 1984).

La crevette ET-BL-I 1,5 K Gy présente le plus faible taux de germes totaux pour ce 2ème jour de conservation.

Crevette de 5 jours :

L'évolution des germes totaux au bout du 5ème jour est importante particulièrement chez la crevette EN-NI qui a une charge bactérienne de $95 \cdot 10^7$ germes/g avec une différence significative au risque de 1% entre le 2ème et le 5ème jour (Annexe 1 - tableau 16A).

Selon le test de "Student", une différence significative au risque de 5% est observée entre les crevettes du groupe 2 (EN-I 1 K Gy) et celles du groupe 3 (EN-I 1,5 K Gy) au 5ème jour de conservation. Entre le groupe 5 (ET-BL-I 1 K Gy) et le groupe 6 (ET-BL-I 1,5 K Gy), une différence non significative est observée au risque de 5% (Annexe 1 - tableaux 31A et 33A).

Au 5ème jour de réfrigération à +5°C, les groupes n'ayant pas encore atteint la limite acceptable de consommabilité (10^6 germes/g) sont les groupes irradiés à 1 et 1,5 K Gy de la crevette entière et de la crevette étêtée blanchie ; Selon le test de "Student", la différence est significative au risque de 1% entre les groupes de crevette entière non irradiée et celle irradiée à 1 K Gy et également entre les groupes de crevette étêtée blanchie non irradiée et celle irradiée à 1 K Gy (fig

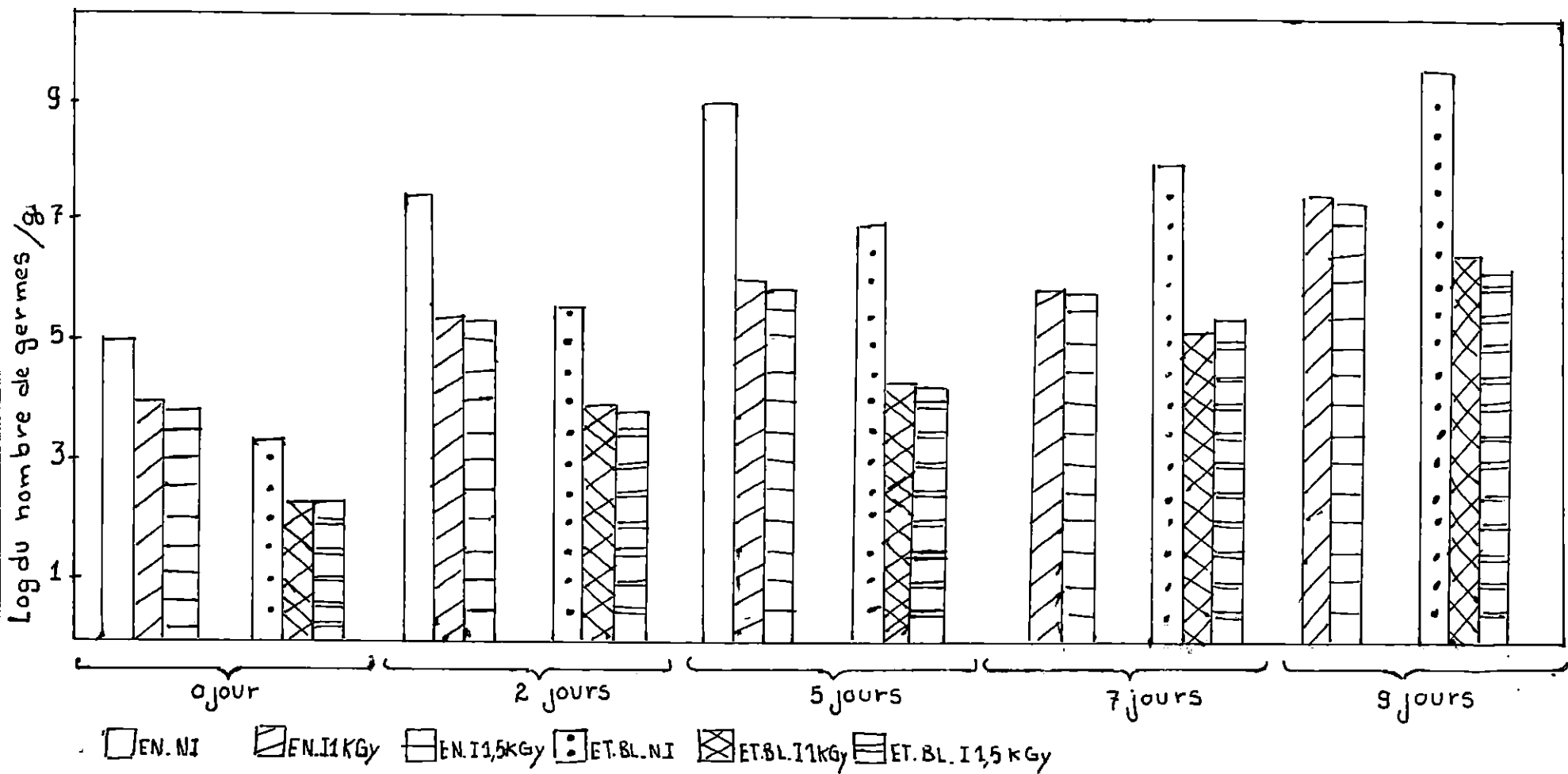


Figure 9 : Evolution de la flore totale de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C

8, 9, 22, 23, 25, 26/ Annexe 1 - tableaux 30A et 32A).

En comparant les groupes consommables à leurs équivalents au 2ème jour le teste de "Student" donne une différence significative au risque de 1% pour chacun des 4 groupes (EN-I 1KGy, EN-I 1,5KGy, ET-BL-I 1KGy et ET-BL-I 1,5KGy) (Annexe 1 - tableaux 17B, 18B, 20B et 21B).

La crevette ET-BL-NI n'est plus consommable au bout du 5ème jour, c'est le cas également de la crevette EN-NI qui ne l'est plus dès le 2ème jour, alors que les 4 groupes de crevettes irradiées n'ont pas encore atteint la limite acceptable de consommabilité ; en effet les groupes non irradiés sont soumis seulement au froid qui ralentit plus au moins, ou suspend, les activités enzymatiques qui provoquent l'autolyse des tissus, et l'action des bactéries qui sont à la base de la décomposition des matières azotées entraînant la putréfaction (CREPEY, 1958), cependant l'action du froid à partir du 2ème jour pour la crevette EN-NI et à partir du 5ème jour pour la crevette ET-BL-NI ne semble pas suffisante pour inhiber, retarder ou arrêter, d'une part les réactions chimiques ou enzymatiques et la croissance des microorganismes, d'autre part dans le produit alimentaire ; chez les groupes irradiés l'action germicide de l'irradiation est notable, selon OTENG-GYANG (1984) le passage d'un quantum d'énergie, ou d'une seule particule ionisante, à travers la cellule microbienne ou en proximité d'une partie sensible de la cellule, donne lieu à une ionisation qui entraîne la mort de la cellule.

WINCKE et Coll (1972) ont suggéré que la partie sensible pourrait être l'acide nucléique du noyau cellulaire, cette théorie de la cible, ou l'explication de la mort des microbes irradiés par un mécanisme direct, est appuyée par le fait que le nombre des microorganismes irradiés décroît exponentiellement avec une augmentation de la dose des radiations administrées.

Crevette de 7 jours :

Les groupes encore consommables à ce jour sont ceux de la crevette ET-BL irradiée à 1 et 1,5KGy (fig 25 et 26).

L'évolution des germes totaux est relativement rapide pour les groupes 2, 3 et 4. Selon le teste de "Student" une différence significative au risque de 1% est observée entre le 5ème et le 7ème jour pour ces 3 groupes de

crevettes (Annexe 1 - tableaux 17C, 18C et 19C).

Les crevettes EN-I à 1 et 1,5 K Gy ainsi que celles ET-BL-NI ont atteint la limite de consommabilité au bout du 6ème jour, alors que celles ET-BL irradiées à 1 et à 1,5 K Gy restent toujours consommables (fig 22, 23, 24, 25 et 26).

Crevette du 9ème et 12ème jour :

Au 9ème jour de réfrigération à +5°C, les groupes 5 et 6 (ET-BL-I 1 K Gy et ET-BL-I 1,5 K Gy) présentent des taux de germes supérieurs à la limite acceptable ; le teste de "Student" montre une différence significative au risque de 1% entre ces 2 groupes au 9ème jour et au 12ème jour de réfrigération (Annexe 1 - tableaux 39A et 42A).

Ainsi, les crevettes ET-BL-I 1 K Gy et ET-BL-I 1,5 K Gy peuvent être consommables jusqu'au 8ème jour ; la différence est significative au risque de 1% pour chacun de ces 2 groupes entre le 7ème et le 9ème jour de conservation (Annexe 1 - tableaux 20D et 21D).

Du point de vue microbiologique, aucun groupe n'est consommable à partir du 9ème jour de réfrigération à +5°C (fig 8 et 9).

2.2 - GERMES PSYCHROPHILES

Contrairement aux groupes de crevette étêtée blanchie, les groupes de crevette entière présentent dès le jour 0 un fort taux de germes psychrophiles qui augmente durant la conservation (fig.10), cette augmentation est plus élevée chez le groupe témoin (EN-NI) qui présente une charge bactérienne de 15 germes/g au jour 0 laquelle atteint 2.10^7 germes/g au bout du 5ème jour de réfrigération à +5°C (Annexe 1 - tableau 8). Sachant que la température optimum de croissance de ce type de germes se situe aux alentours de 10°C, cette élévation du nombre de germes psychrophiles chez la crevette entière fraîche non irradiée est probablement due au fait que la température de conservation après la capture, pendant l'étalage au marché et voire au cours du transport de la crevette de la criée au laboratoire avoisine les 10°C ; en effet selon le code d'usage international recommandé pour les crevettes (1978), elles devraient être étêtées chaque fois que possible car la majeure partie de la charge bactérienne normale se trouve dans la tête (céphalothorax).

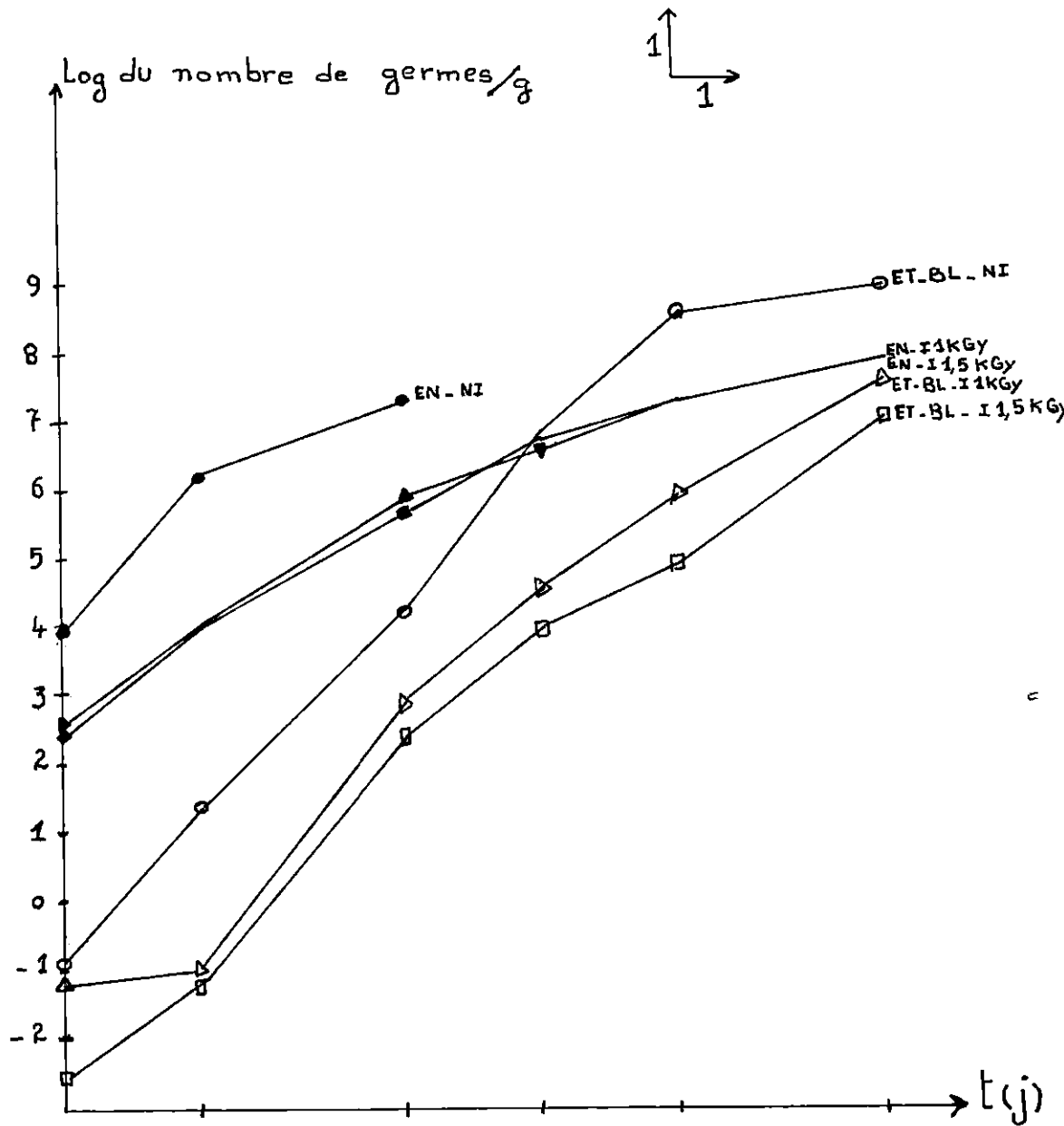


Figure 10: Evolution des germes psychrophiles de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C.

- EN.NI
- ▲ EN.I1KGy
- EN.I1,5KGy
- ET.BL.NI
- △ ET.BL.I1KGy
- ET.BL.I1,5KGy

L'étêtage des crevettes en mer réduit la charge bactérienne et permet également d'économiser de la glace et de réduire la surface d'entreposage. Signalons également qu'à moins d'avoir été cuites ou blanchies immédiatement après leur capture, les crevettes devraient être refroidies rapidement dans de la glace fondante ou de l'eau de mer ou en saumure réfrigérée et être arrimées de manière à éviter toute élévation de la température qui est le facteur le plus important de la qualité de conservation des crevettes fraîches. Les effets de l'élévation sont cumulatifs ; en d'autres termes, la durée possible de conservation est abrégée chaque fois que la température des crevettes s'élève.

Les groupes de crevette entière irradiée à 1 et 1,5 K Gy et qui avaient déjà un taux considérable de germes psychrophiles au jour 0 présentent un taux de l'ordre de 10^6 germes/g au jour 7, alors que les groupes de crevette étêtée blanchie qui avaient des taux de germes négligeables au jour 0 (0,06 et 0,04 germes/g) atteignent un taux de l'ordre de 10^6 germes/g au bout du 7ème jour, taux égal à celui de la crevette entière irradiée à 1 et 1,5 K Gy au même jour (fig 10/Annexe 1 - tableau 8).

L'évolution des germes psychrophiles semble donc être en étroite relation avec les traitements appliqués à la crevette, notamment l'étêtage et le blanchiment.

2.3 - ENTEROBACTERIES TOTALES :

Le dénombrement de ces germes revêt une moindre importance pour l'étude qui n'a pas pour préoccupation l'aspect sanitaire que ce soit au niveau des bateaux de pêche ou de l'eau ; mais celle de connaître l'impact des traitements subis par la crevette du point de vue qualité microbiologique.

Au jour 0, seuls les groupes de crevettes non irradiées sont contaminés par ces germes (Annexe 1 - tableau 9). En effet, les produits de la pêche ne sont pas stériles, puisque l'eau contient normalement des organismes dits saprophytes, non pathogènes, qui se développent aux dépens des éléments minéraux et organiques qui se trouvent dans l'eau. Ces microorganismes se retrouvent ensuite à la surface des poissons ; crustacés ou mollusques (Anonyme, 1982).

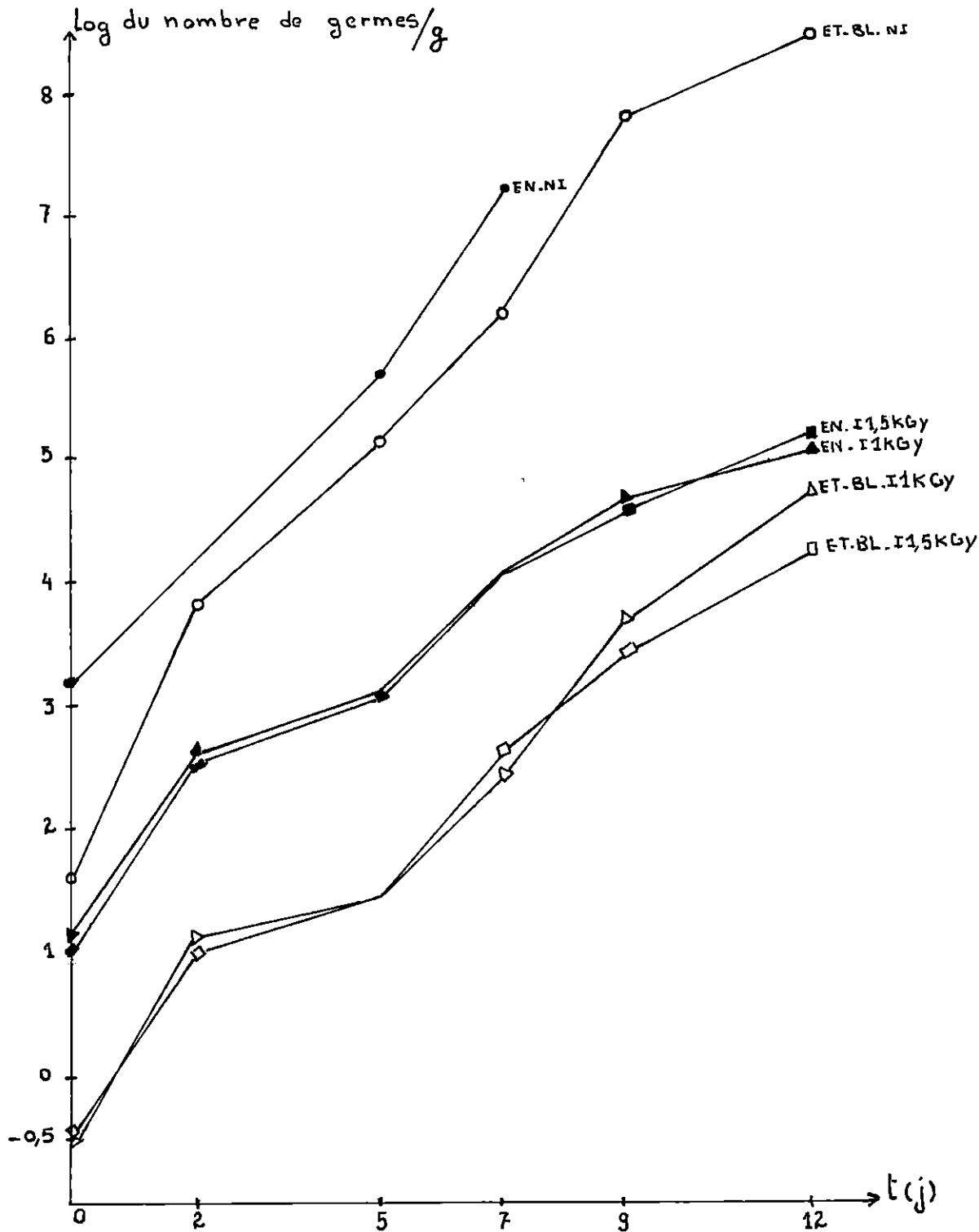


Figure 11: Evolution des enterobacteries totales de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C

- EN.NI
- ▲ EN.I1kGy
- EN.I1,5kGy
- ET-BL.NI
- △ ET-BL.I1kGy
- ET-BL.I1,5kGy

Jusqu'au 5ème jour, les crevettes irradiées ont subi la même évolution avec un taux de germes de l'ordre de 10^3 germes/g dont la présence est probablement due à une contamination lors de la manipulation de la crevette au laboratoire (fig.11/Annexe 1 - tableau 9).

Au 9ème jour de conservation à +50C, les crevettes étêtées blanchies et irradiées présentent des taux de germes de l'ordre de 10^4 germes/g légèrement supérieurs à ceux des crevettes entières irradiées qui sont de l'ordre de 10^5 germes/g, ceci pourrait s'expliquer par le fait que les crevettes étêtées blanchies soient contaminées lors de l'étêtage ; par contre la différence entre la crevette ET-BL-NI qui possède une taux de germes de l'ordre de 10^8 et la crevette irradiée (entière et étêtée blanchie) est très importante, ceci est probablement dû à l'action germicide du traitement par les différentes doses d'irradiation.

2.4 - MOISSISSURES

Les moisissures souvent impliquées dans la sécrétion des mycotoxines, proviennent de 3 genres : Aspergillus, Fusarium et Penicilium, la présence de ces moisissures sur les produits alimentaires diminue la qualité du produit.

La recherche de ces germes est d'une importance mineure pour notre étude.

L'apparition des moisissures ne s'est faite qu'à partir du :

- 5ème jour chez la crevette EN-NI
- 9ème jour chez la crevette EE-BL-NI

Chez tous les groupes irradiés, une absence totale des moisissures est observée au cours de la réfrigération à +50C (Annexe.1 - tableau 10)

3 - ETUDE BIOCHIMIQUE :

Les crustacés renferment une plus grande quantité d'acides aminés libres que les poissons. Cela facilite la croissance rapide des bactéries, et, par conséquent, la décomposition de ces produits. La décomposition est

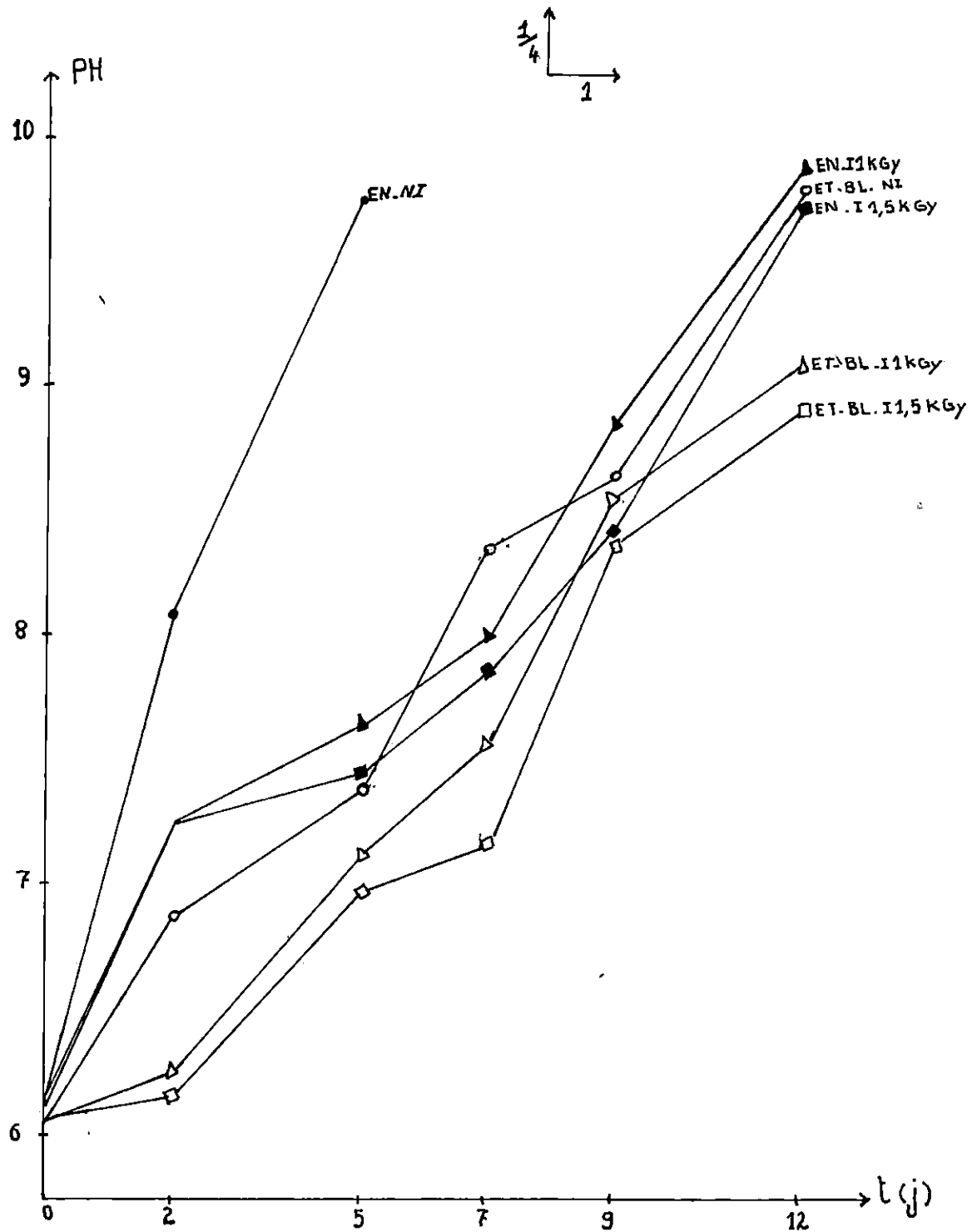


Figure 12: Evolution du PH de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C

- EN.NI
- ▲ EN 1KGy
- EN 1,5KGy
- ET-BL.NI
- △ ET-BL.11KGy
- ET-BL.11,5KGy

effectuée principalement par les bactéries qui produisent des composés malodorants et des colorations désagréables, et les enzymes présents dans les tissus de ces crustacés. (OTENG-GYANG, 1984).

3.1 - PH :

Au jour 0, nous constatons que le PH est sensiblement le même chez tous les groupes étudiés, en effet, le teste de "Student" montre une différence non significative au risque de :

- 5% entre la crevette EN-NI et la crevette EN-I 1 KGY
- 5% entre la crevette EN-I 1 KGY et celle irradiée à 1,5 KGY
- 1% entre la crevette ET-BL-NI et la crevette ET-BL-I 1 KGY
- 5% entre la crevette ET-BL-I 1 KGY et celle irradiée à 1,5 KGY (fig.12 / Annexe 1 - tableaux 11, 22A, 23A, 24A et 25A).

Pendant la conservation à +50C, le PH évolue pour atteindre une valeur maximale de

- 9,74 au 5ème jour chez la crevette EN-NI
- 9,88 au 12ème jour chez la crevette EN-I 1 KGY
- 9,73 au 12ème jour chez la crevette EN-I 1,5 KGY
- 9,78 au 12ème jour chez la crevette ET-BL-NI
- 9,09 au 12ème jour chez la crevette ET-BL-I 1 KGY
- 8,90 au 12ème jour chez la crevette ET-BL-I 1,5 KGY

La valeur du PH de la crevette ET-BL-I 1,5 KGY atteinte au bout du 12ème jour est inférieure à celle atteinte au 5ème jour chez la crevette EN-NI (fig.12, 21 et 24).

La valeur du PH est plus faible chez les groupes ayant subi la dose d'irradiation la plus élevée (1,5 KGY), ceci est confirmé par le teste de "Student" qui révèle une différence significative au risque de 1% entre la crevette EN-I 1 KGY et celle irradiée à 1,5 KGY et entre la crevette ET-BL-I 1 KGY et celle irradiée à 1,5 KGY au 12ème jour de réfrigération à +50C (Annexe 1 - tableaux 40A et 42A).

3.2 - LES MATIERES AZOTEES PROTÉIQUES - LES PROTÉINES

TOTALES :

Le taux de protéines totales pour la crevette fraîche est le même quelque soit le groupe de crevette ; en effet, le teste de "Student" montre une différence non significative au risque de 5% entre la crevette EN-NI et la crevette EN-I 1KBy, entre la crevette ET-BL-NI et la crevette ET-BL-I 1KBy et entre la crevette ET-BL-I 1KBy et celle irradiée à 1 KBy (fig.13/ Annexe 1 - tableaux 22A, 24A, et 25A).

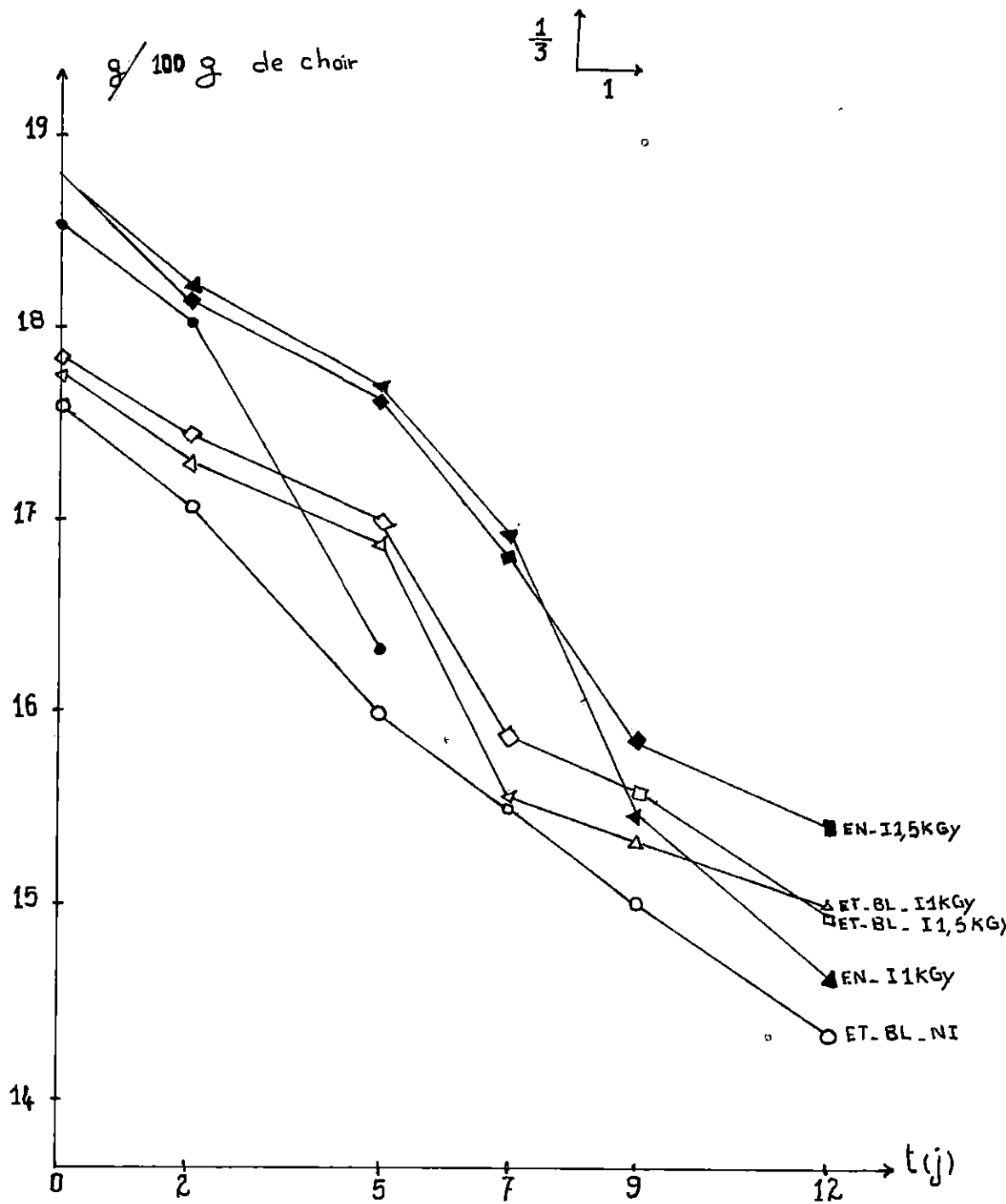
Toutefois, notons que la différence est significative au risque de 1% entre la crevette EN-I 1KBy et celle irradiée à 1,5 KBy (Annexe 1 - tableau 23A).

Au cours de la conservation au frais, une faible diminution de la teneur en protéines est observée pour tous les groupes de crevettes jusqu'au 9ème jour de réfrigération. Le teste de "Student" montre pour tous les groupes de crevettes une différence non significative soit au risque de 5% ou soit au risque de 1% entre les moyennes des protéines entre chaque jour de conservation jusqu'au 9ème jour (fig 13 et 14/ Annexe 1 - tableaux 16A, 16B, 16C, 16D à 22A, 22B, 22C et 22D).

Le teste de "Student" révèle une différence significative au risque de 5% pour la crevette EN-I 1KBy entre le 9ème et le 12ème jour, et une différence significative au risque de 1% pour le groupe de crevettes ET-BL-NI entre le 9ème et le 12ème jour (Annexe 1 - tableaux 17E et 19E).

Il semble donc que la décomposition des protéines ne débute qu'à un stade avancé de l'altération. En effet lorsque les microorganismes sont introduits sur un produit alimentaire riche en protéines, il y'a d'abord une multiplication rapide des contaminants et la disparition accélérée des peptides à poids moléculaire faible, acides aminés, nucléotides, acides organiques et sucres. Le métabolisme de ces produits donne lieu à la formation de composés à odeur nauséabonde d'andole, de putrescine, de cadaverine et de mélange de composants aminés, NH_3 , SH_2 , et CO_2 (OTENG-GYANG, 1984).

Après cette période de multiplication accélérée, intervient une deuxième phase où les acides aminés libres et les constituants protéiques à faible poids moléculaire sont épuisés. Des protéases microbiennes entament alors la dégradation protéolytique pour produire des acides aminés



- EN-NI
- ▲ EN-I1KGy
- EN-I1,5KGy
- ET-BL-NI
- △ ET-BL-I1KGy
- ET-BL-I1,5KGy

Figure 13: Evolution de la teneur en protéines totales de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C.

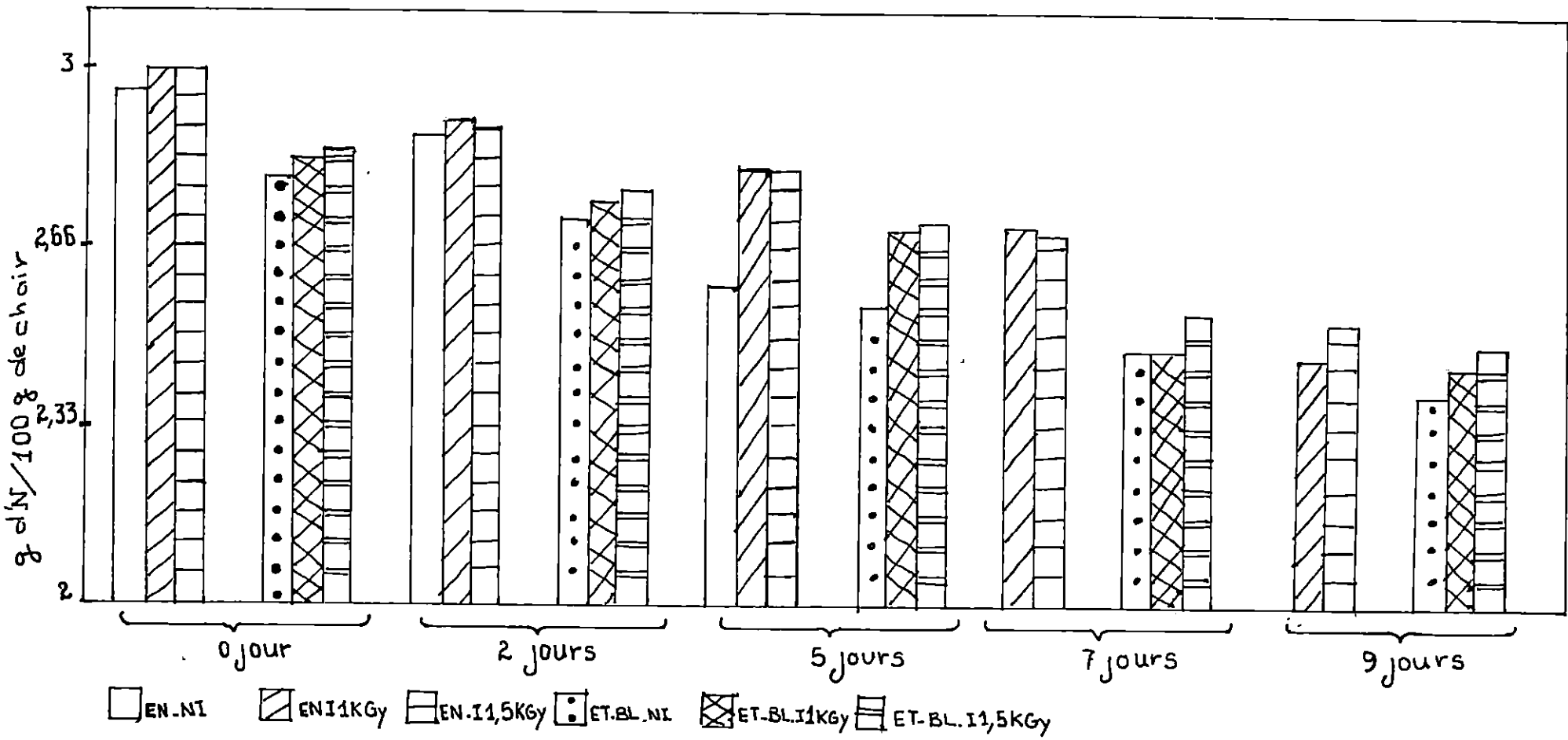


Figure 14 : Evolution de la teneur en azote total de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C

libres, dipeptides,...

A ce stade, la vitesse de formation des acides aminés libres devient le facteur limitant de la croissance de ces microbes, mais il ne faut pas oublier que les produits toxiques commencent à s'accumuler déjà dans le milieu (OTENG-GYANG, 1984).

Le teste de "Student" montre une différence significative au risque de 1% pour la crevette ET-BL-I 1 K Gy et celle irradiée à 1,5 K Gy entre le 5ème et le 7ème jour ; il semble que cela soit du à l'irradiation à 1,5 K Gy qui provoquerai une perte de la capacité de rétention d'eau provoquant alors la formation d'exudat (Sainclivier, 1976). Le même processus est probablement à l'origine de la différence significative au risque de 1% pour la crevette ET-BL-I 1 K Gy entre le jour 0 et le jour 2, en effet la dose appliquée à ce groupe est relativement la dose d'irradiation la plus élevée (Annexe 1 - tableaux 20C, 21C et 20A).

Une légère différence du taux de protéines est observée entre les crevettes entières irradiées à 1 K Gy et celles irradiées à 1,5 K Gy au 12ème jour de conservation, ceci est probablement dû à la dose d'irradiation reçue (fig.13 et 14).

Notons également qu'une légère différence du taux de protéines est observée au 9ème jour de conservation entre les crevettes ET-BL non irradiées et celles irradiées à 1 K Gy, ceci est probablement dû à l'action germicide de l'irradiation qui permet de retarder l'installation des processus autolytiques.

3.3 - LES MATIERES AZOTEES NON PROTEIQUES :

3.3.1 - LA TRIMETHYLAMINE :

La teneur en TMA est basse par rapport aux normes citées dans la bibliographie. Pour la crevette fraîche, la teneur varie de 0,5 à 1,07 mg pour 100 g de chair avec une différence non significative au risque de 1% entre les crevettes EN-NI et celles irradiées à 1 K Gy, et au risque de 5% entre les crevettes EN-I 1 K Gy et EN-I 1,5 K Gy, ET-BL-NI et ET-BL-I 1 K Gy et entre les crevettes ET-BL-I 1 K Gy et celles irradiées à 1,5 K Gy (fig.15 et 16/Annexe 1 - tableaux 13, 22A, 23A, 24A et 25A).

En général, l'accroissement des bases volatiles est trop tardif pour mesurer utilement l'altération ; la faible étendue de leurs variations se répercute sur celles du PH : faiblement alcalin dans le muscle vivant, il diminue légèrement, puis augmente pendant l'altération (Soudan et Coll, 1965). En effet aussitôt après la capture, le PH baisse, il atteint pour tous les groupes de crevettes une valeur allant de 6,06 à 6,18 (fig.12/ Annexe 1 - tableau 11).

Il semblerait que l'abaissement du PH juste après la mort inhibe le développement des bactéries pendant cette période, ce qui explique les basses teneurs observées chez la crevette fraîche.

Au cours de la conservation au froid (+5°C) le taux de TMA augmente pour chaque groupe de crevettes proportionnellement avec l'augmentation du PH et du taux de germes (fig.21 à 26).

Ceci pourrait s'expliquer par le fait que de nombreux micro-organismes sont capables d'utiliser la TMAO comme accepteurs d'hydrogène lorsque l'oxygène vient à manquer, soit vers le sixième jour de conservation (Sainclivier, 1983) ; Cette réaction permet aux microorganismes non fermentatifs de se développer en condition microaérophile voire anaérobie, dans les tissus (Hobbs, 1982).

La présence des amines volatiles (TMA, DMA) altère peu les caractéristiques sensorielles du produit (SHEWAN, 1976) ; elle contribue toutefois aux odeurs ammoniacales (SHEWAN, 1977).

L'augmentation du taux de TMA n'est pas la même chez tous les groupes de crevettes, c'est ainsi que le test de "Student" révèle une différence significative au risque de 1% au 2ème jour de conservation entre les crevettes EN-NI et EN-I 1Kgy, les crevettes ET-BL-NI et celles irradiées à 1Kgy, au 5ème jour entre les crevettes EN-NI et EN-I 1Kgy et au 9ème jour entre les crevettes entières irradiées à 1Kgy et celles irradiées à 1,5 Kgy (fig.16/Annexe 1 - tableaux 26A, 28A, 30A et 37A).

En comparant les moyennes entre les jours de conservation à +5°C, nous notons une différence significative au risque de 1% entre le jour 0 et le jour 2 pour les crevettes EN-NI, ET-BL-NI, ET-BL-I 1Kgy alors que le risque est de 5% pour la crevette EN-I 1,5Kgy ; par

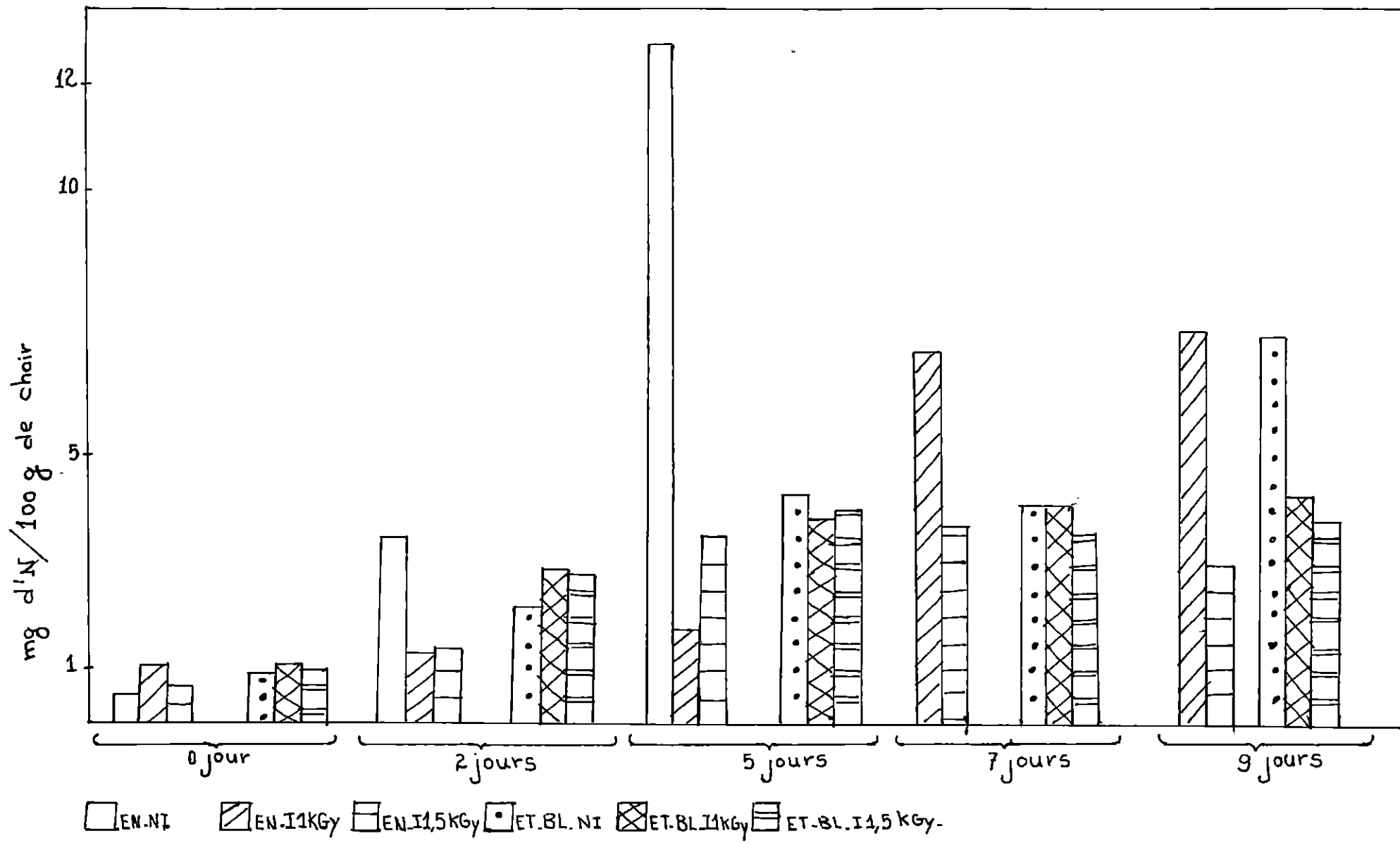


Figure 16 = Evolution de la TMA. de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C

contre, la différence est non significative pour la crevette EN-I 1Kgy au risque de 1% (Annexe 1 - tableaux 16A à 21A).

Selon Soudan et Coll (1965), la limite tolérable du taux de TMA chez les crustacés est de 10mg pour 100g de chair, cette limite est dépassée au 5ème jour pour la crevette EN-NI avec une valeur de 12,18 mg/100g de chair alors qu'elle n'est que de 1,75 mg chez la crevette EN-I 1Kgy et de 3,44 mg chez celle irradiée à 1,5Kgy (fig.15, 16, 21 à 23).

Entre le 5ème et le 7ème jour de conservation à +5°C, nous observons une augmentation relativement rapide du taux de TMA chez les groupes de crevettes EN-I 1Kgy avec une différence significative au risque de 1%, alors que l'augmentation du taux de TMA est moins rapide chez les groupes de crevettes EN-I 1,5Kgy, ET-BL-NI, ET-BL-I 1Kgy et ET-BL-I 1,5Kgy avec une différence non significative pour chacun des groupes au risque de 5% (Annexe 1 - tableaux 17C à 21D).

Au 9ème jour de réfrigération, les plus faibles taux de TMA sont observés chez les crevettes irradiées, à savoir les crevettes entières avec un maximum de 7,4 mg de TMA pour 100g de chair pour la crevette EN-I 1Kgy et un taux minimal de 2,96 mg/100g chez celles irradiées à 1,5Kgy, les crevettes ET-BL avec un maximum de 7,31 mg de TMA/100g de chair pour la crevette "Témoin" (ET-BL-NI) et un taux minimal de 3,83 mg/100g de chair pour la crevette irradiée à 1,5 Kgy ; toutefois, le teste de "Student" montre une différence non significative au risque de 5% entre la crevette ET-BL-I 1Kgy et la crevette ET-BL-I 1,5 Kgy (fig 15 et 16/Annexe 1 - tableaux 13 et 39A).

La limite acceptable de la teneur en TMA (10mg/100g de chair) est dépassée au bout du 12ème jour de conservation par tous les groupes de crevettes, cependant l'augmentation du taux de TMA reste relativement lente chez les groupes de crevettes irradiées, notamment chez celles ayant subi l'étêtage et le blanchiment ainsi que celles ayant reçu la dose de 1,5 Kgy (fig.22 à 26).

3.3.2 - AZOTE BASIQUE VOLATIL TOTAL :

Pour le dosage de l'ABVT, deux méthodes ont été testées :

- Méthode de CONWAY :

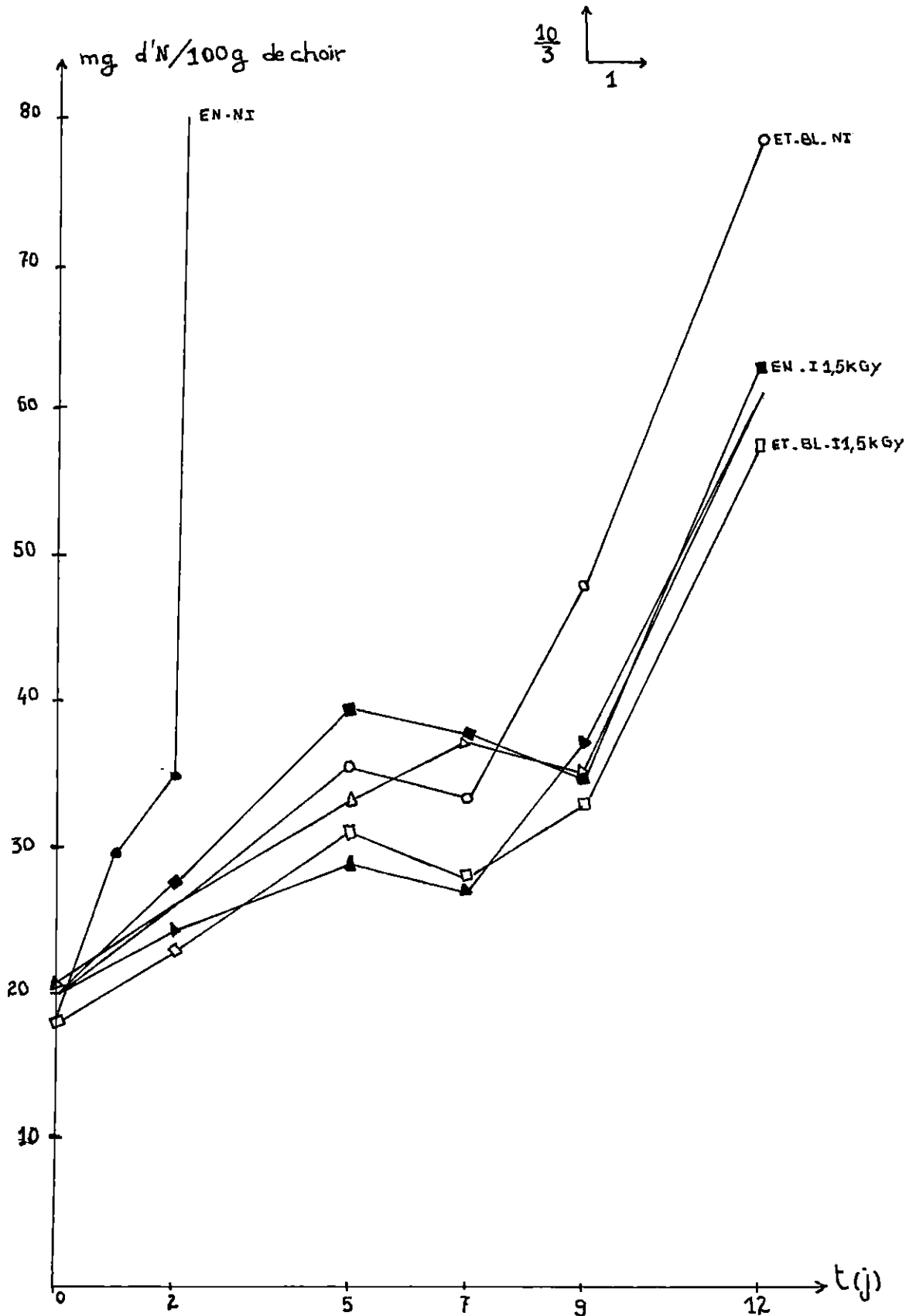


Figure 17: Evolution de l'ABVT (Methode de CONWAY) de la crevette au cours de la réfrigération $\bar{a} + 5^{\circ}\text{C}$

- EN-NI
- ▲ EN-11kGy
- EN-11,5kGy
- ET-BL-NI
- △ ET-BL-11kGy
- ET-BL-11,5kGy

Le dosage des corps volatils consiste en une microdiffusion de ces corps par un réactif non volatil, puis absorption de ces corps par une liqueur appropriée. Cette méthode est simple, assez rapide et peu coûteuse mais contestée quant à sa précision.

- Méthode de BILLON et COLL :

Après défécation par l'acide trichloracétique on procède à une distillation à la vapeur ; le liquide distillé est recueilli et neutralisé ensuite par une solution acide.

Cette méthode beaucoup plus récente que la précédente est plus rapide ; sa précision ainsi que sa fiabilité nous ont emmené à conclure qu'elle présente plus d'avantages que la précédente.

Néanmoins, nous avons pris en considération les résultats des deux méthodes, l'interprétation se faisant à partir des moyennes obtenues par les deux dosages.

La crevette fraîche présente des taux d'ABVT plus ou moins semblables pour tous les groupes. En effet le teste de "Student" montre une différence non significative au risque de 5% entre les moyennes des groupes étudiés (Annexe 1 - tableaux 22A à 25A).

Au cours des deux premiers jours de réfrigération, l'évolution est relativement lente chez les groupes de crevettes EN-NI, ET-BL-NI et ET-BL-I 1KGy, cependant elle est relativement plus rapide chez les groupes de crevettes EN-I 1KGy et ET-BL-I 1,5 KGy ; en effet, le teste de "Student" montre une différence non significative au risque de 5% pour les crevettes EN-NI, ET-BL-NI et ET-BL-I 1KGy, et au risque de 1% pour les crevettes EN-I 1KGy ; par contre la différence est significative au risque de 1% pour les crevettes entières et étêtées blanchies irradiées à 1,5 KGy (fig.17 à 20/Annexe 1 - tableaux 16A à 21A).

Au bout du 5ème jour de conservation, la crevette EN-NI atteint un taux d'ABUT de 145,97 mg pour 100g de chair qui est supérieur à celui atteint par la crevette ET-BL-NI au bout du 12ème jour et qui est de 104,92 mg/ 100g de chair. Ceci permet de déduire l'importance de l'étêtage et du blanchiment dans l'évolution de l'altération (Annexe 1 - tableaux 13 à 15).

La limite des deux groupes de crevette EN-NI et ET-BL-NI se situe :

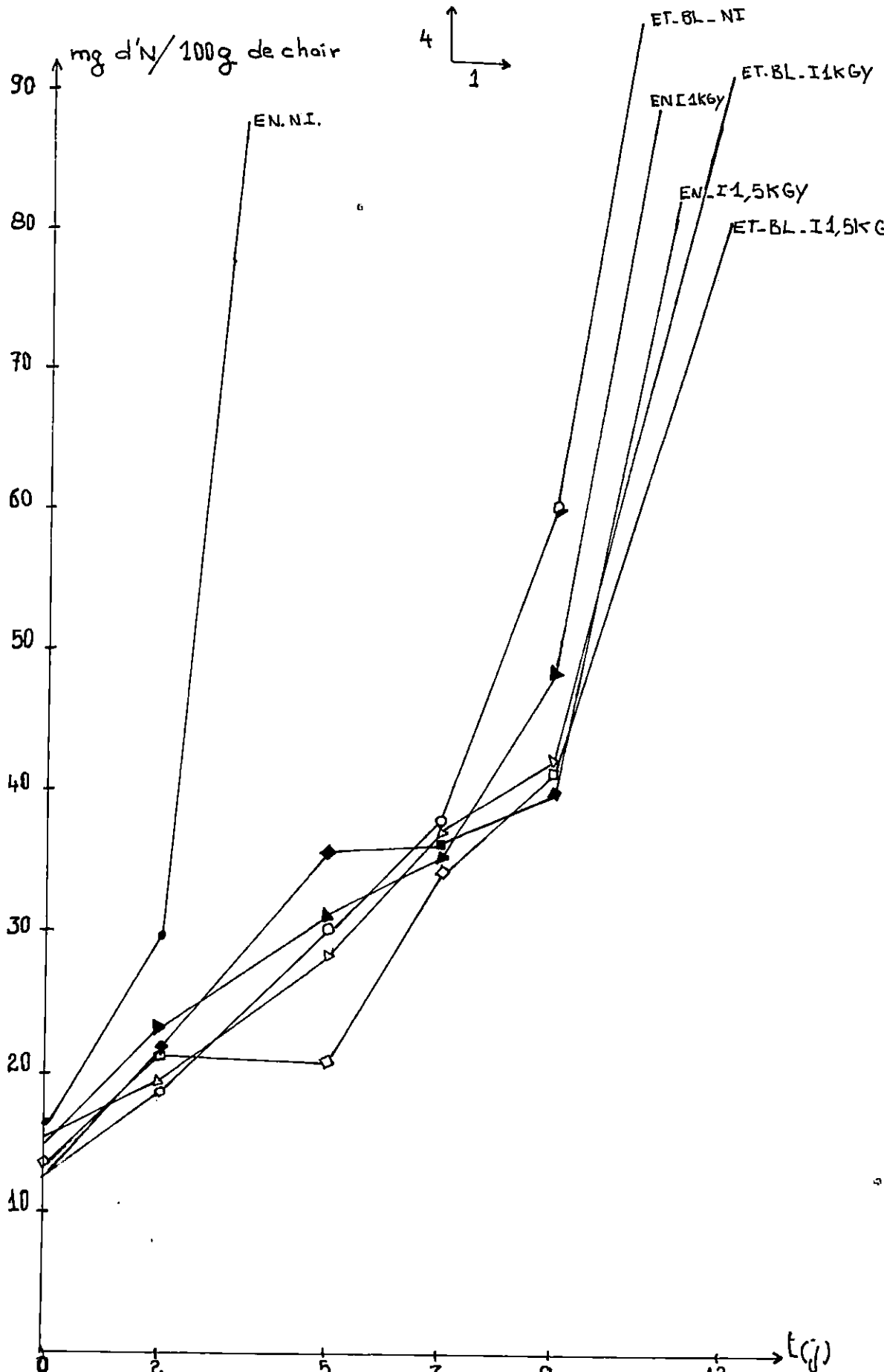


Figure 19: Evolution de l'ABVT (Methode de J. BILLON) de la crevette au cours de la réfrigération à + 5°C

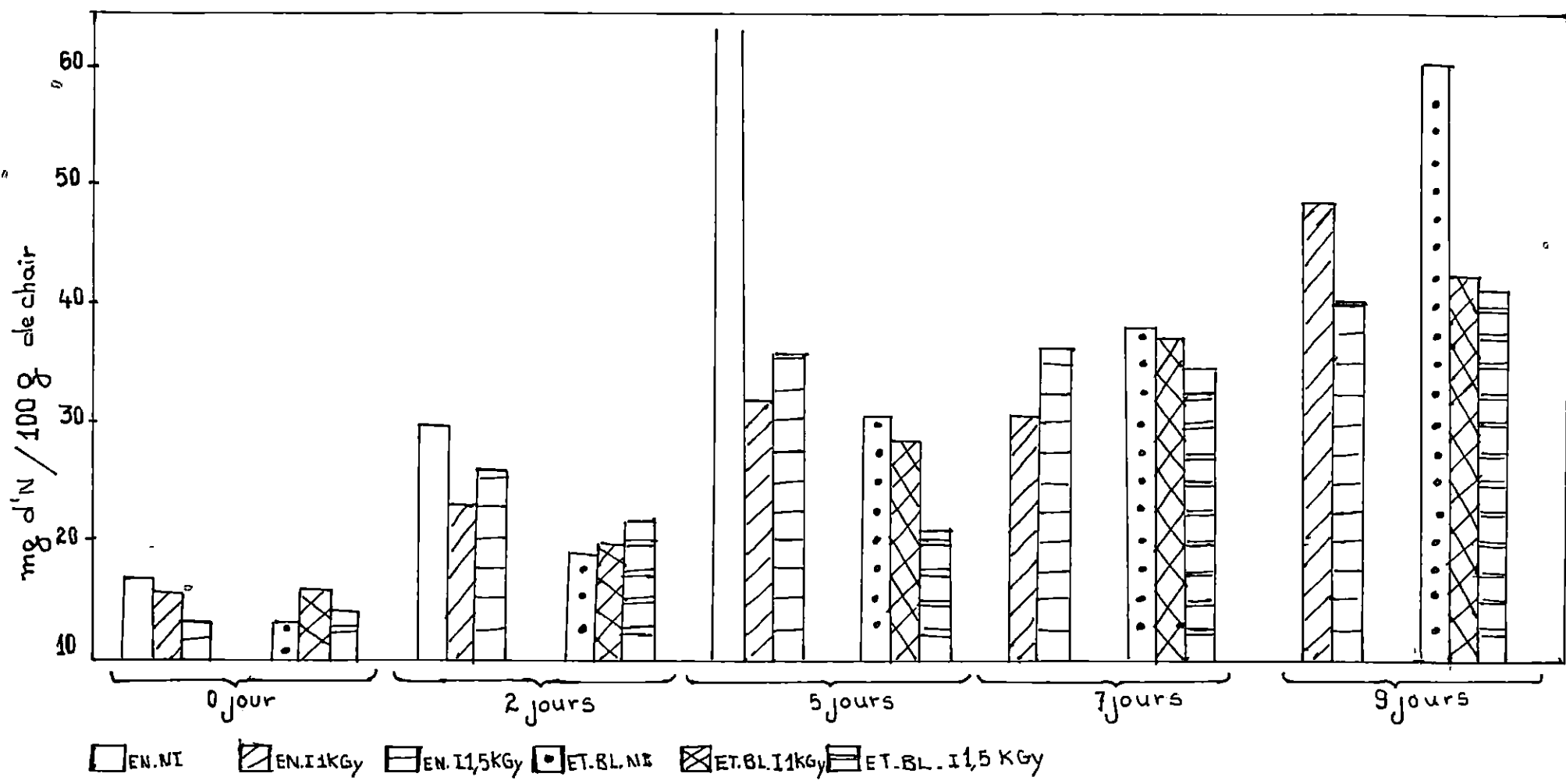


Figure 20: Evolution de l'ABVT (Methode de J. Billon) de la crevette au cours de la réfrigération à +5°C

- Au 3ème jour de conservation pour la crevette EN-NI
- Au 7ème jour de conservation pour la crevette ET-BL-NI (fig 21 et 24).

La crevette EN-I 1K Gy possède pratiquement la même limite de consommabilité que la crevette ET-BL-NI (7 jours), d'où nous remarquons que cette constatation affirme l'idée de l'importance de l'étatage et du blanchiment dans la conservation des petits crustacés (fig 22 et 24).

En ce qui concerne la crevette EN-I 1,5 K Gy, la limite de consommabilité se situe au 9ème jour, comme c'est le cas des crevettes ET-BL-I 1K Gy et celles irradiées à 1,5K Gy (fig 23 et 25).

Au 12ème jour de conservation (+5°), le taux d'ABVT est supérieur à la limite acceptable qui est de 40 mg pour 100 g de chair (BILLON, 1976) pour tous les groupes étudiés avec un taux maximal de 104,92 mg/100g de chair pour les crevette ET-BL-NI et un taux minimal de 69,25 mg/100g de chair pour les crevettes ET-BL-I 1,5K Gy (fig 21 à 26/Annexe 1 - tableau 15).

4 - DISCUSSION :

Afin d'obtenir des résultats fiables sur l'état de fraîcheur et de consommabilité de la crevette, l'examen organoleptique reste insuffisant pour un biologiste qui doit appuyer ses résultats par des examens biochimiques et microbiologiques.

Dans cette optique, et pour pouvoir se prononcer sur la durée de conservation à +5°C des différents groupes de crevettes, nous avons utilisé les normes déjà citées dans la bibliographie, à savoir :

Teste organoleptique :

- une valeur de 6 du barème de notation correspondant à une appréciation : suffisant.

teste biochimique :

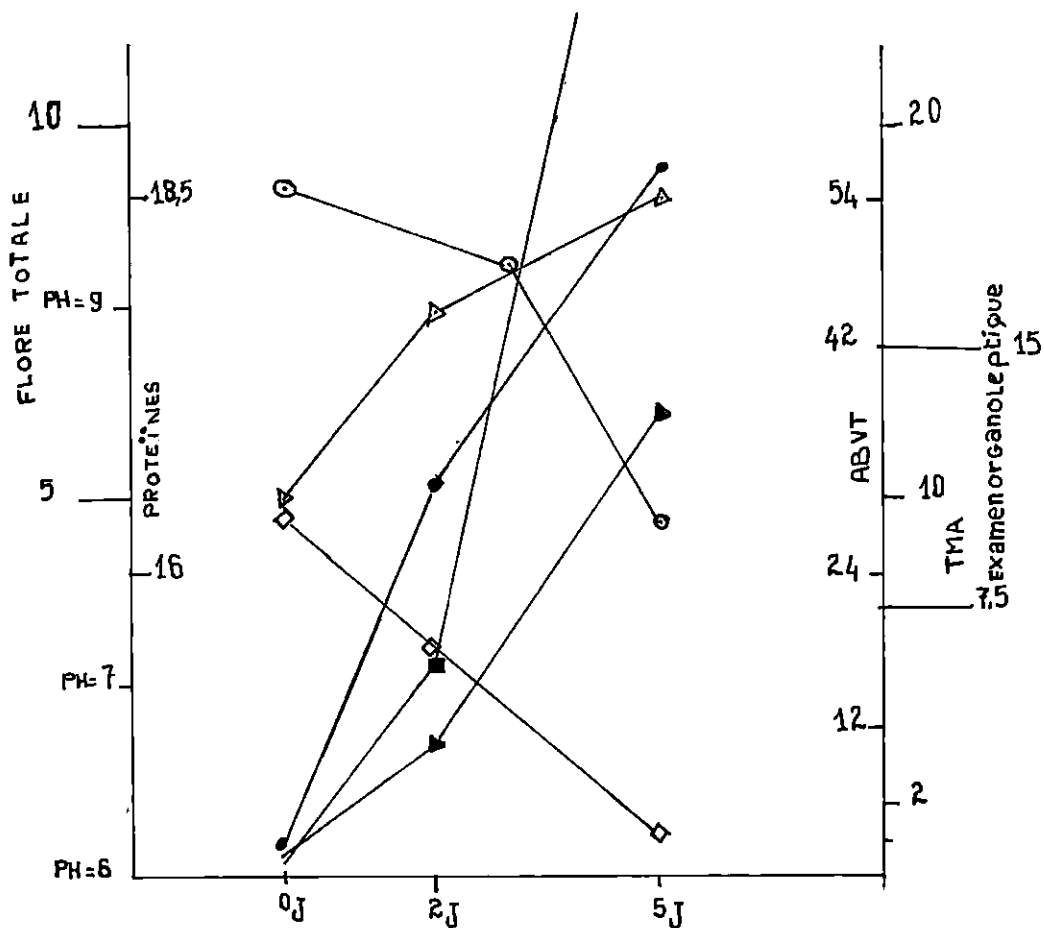


Figure 21 : Evolution de la qualité organoleptique, biochimique et microbiologique de la crevette EN.NI au cours de la réfrigération à +5°C

- PH
- ▲ TMA (mg/100g de chair)
- ABVT (mg/100g de chair)
- PROTEINES TOTALES (g/100g de chair)
- △ FLORE TOTALE (log du nombre de germes/g)
- EXAMEN ORGANOLEPTIQUE.

- un taux de TMA inférieur à 10 mg/ 100 g de chair
- un taux d'ABVT inférieur à 40 mg/ 100 g de chair.

teste microbiologique :

- un taux de germes totaux limite correspondant à 10^6 germes/g.

Le tableau 43 donne la durée limite de conservation de chaque groupe de crevette, durée pendant laquelle la crevette est consommable. Notons que la durée limite de conservation est obtenue pour chaque groupe par la projection sur l'axe des abscisses (temps en jour) à partir des points correspondants aux limites acceptables et qui sont :

- 6 : valeur du barème de cotation correspondant à une appréciation : suffisant
- 10 mg de TMA/100 g de chair : limite de consommabilité
- 40 mg d'ABVT/100 g de chair : limite de consommabilité.
- 10^6 germes/g de chair : limite de consommabilité.

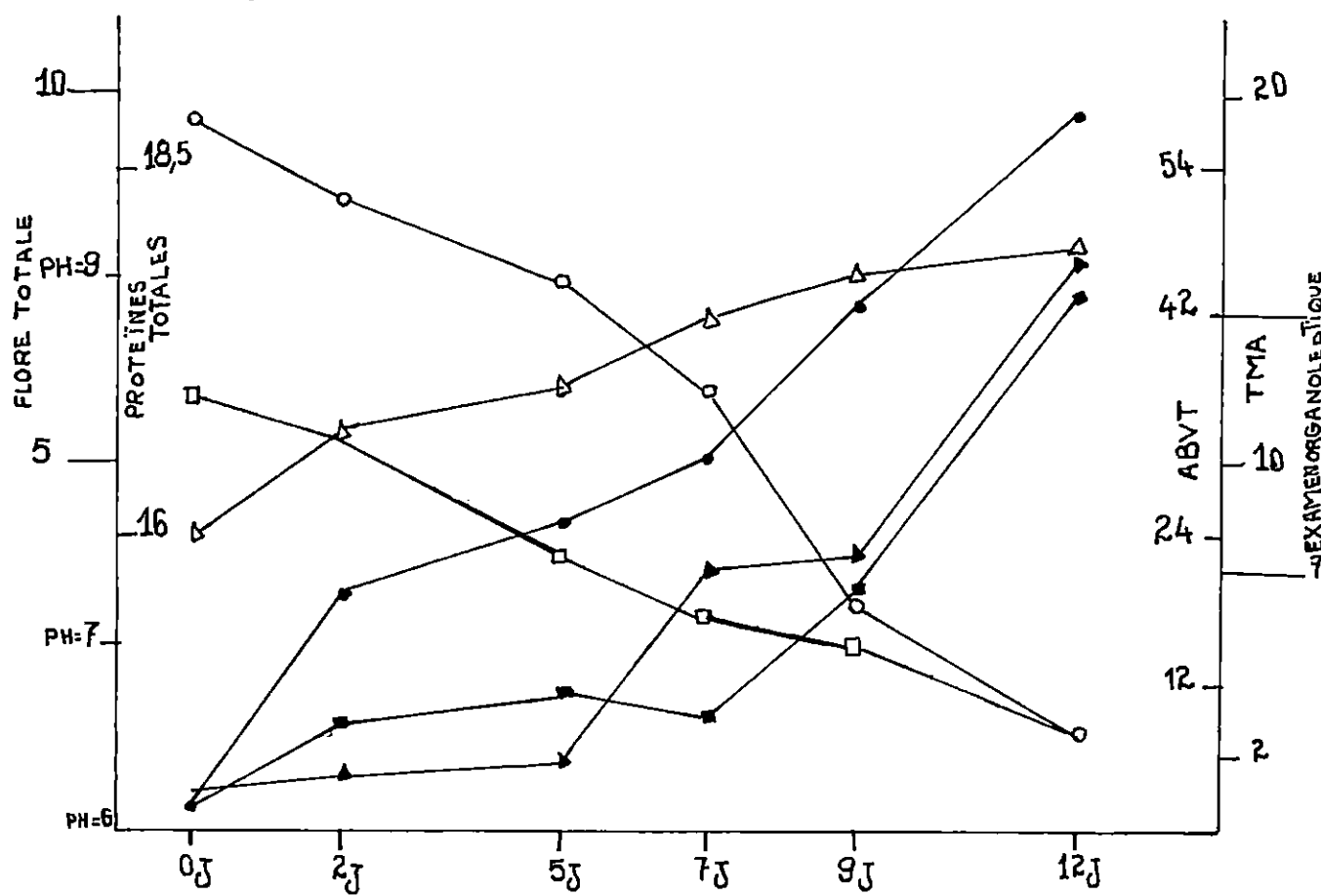


Figure 22: Evolution de la qualité organoleptique, biochimique et microbiologique de la crevette EN.11KGy au cours de la réfrigération à +5°C

- PH
- ▲ TMA (mg/100g de chair)
- ABVT (mg/100g de chair)
- PROTEINES TOTALES (g/100g de chair)
- △ FLORE TOTALE (log du nombre de germes/g)
- EXAMEN ORGANOLEPTIQUE

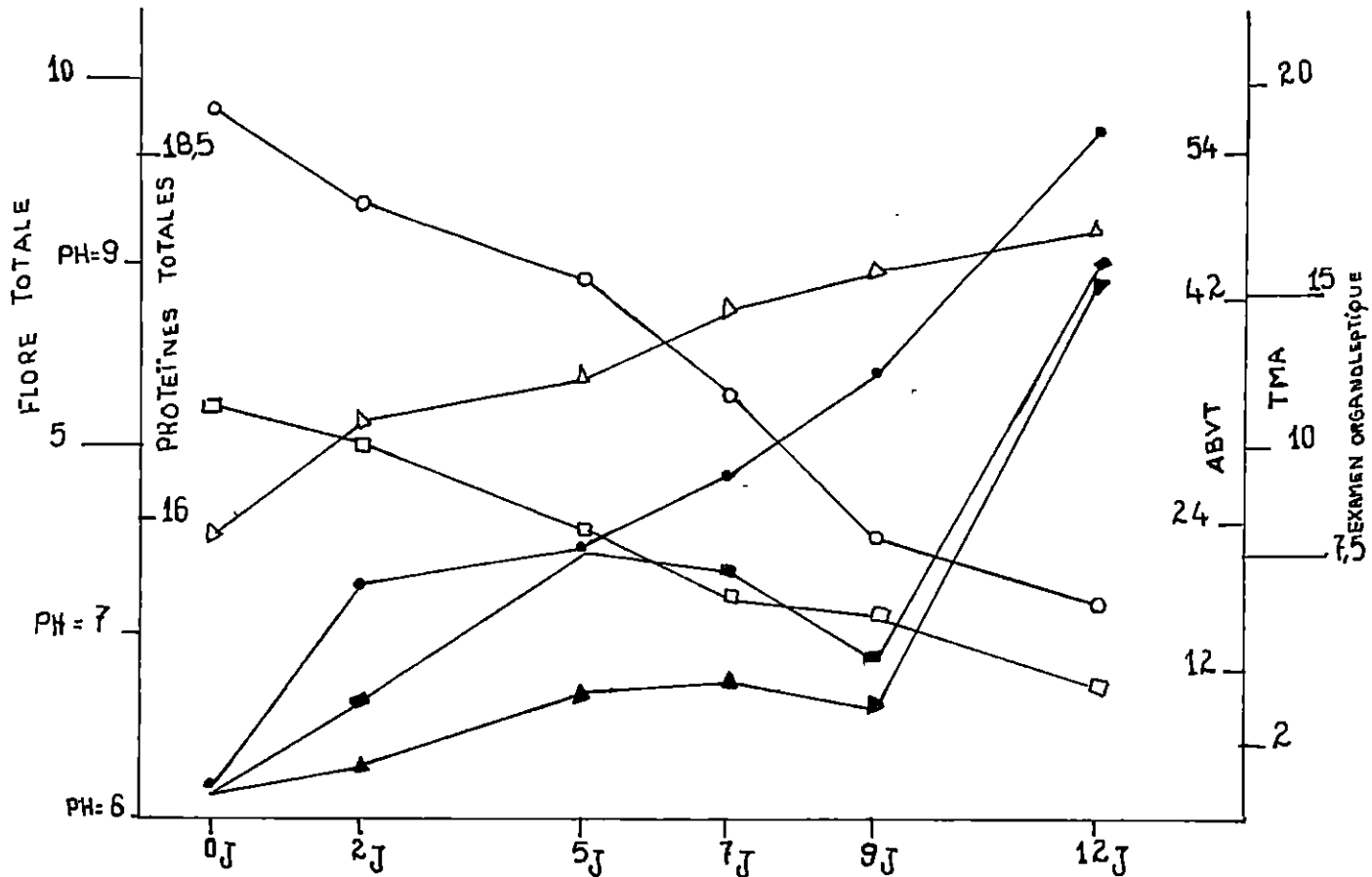


Figure 23: Evolution de la qualité organoleptique, biochimique et microbiologique de la crevette EN-11,5 KGy au cours de la réfrigération à +5°C

- PH
- ▲ TMA (mg/100g de chair)
- ABVT (mg/100g de chair)
- PROTEINES TOTALES (g/100g de chair)
- △ FLORE TOTALE (Log du nombre de germes/g)
- EXAMEN ORGANOLEPTIQUE

Tableau 43 :

Durées limites de conservation des groupes de crevettes EN-NI, EN-I 1kGy, EN-I 1,5 kGy, ET-BL-NI, ET-BL-I 1kGy et ET-BL-I 1,5 kGy en fonction des limites acceptables du barème de cotation (6), du taux de TMA (10mg/100g), du taux d'ABVT (40mg/100g) et du taux de germes totaux (10^6 germes/g).

GROUPES JOURS	Barème de cotation	TMA	ABVT	GERMES TOTAUX
EN-NI	2,3 jours	4,2 jours	2,6 jours	0,8 jour
EN-I1kGy	7,5 jours	10 jours	11,6 jours	5 jours
EN-I1,5kGy	8 jours	11 jours	11,7 jours	5,1 jour
ET-BL-NI	10,4 jours	9,8 jours	10,1 jours	3 jours
ET-BL-I1kGy	12 jours	10,2 jours	11 jours	8,2 jour
ET-BL-I1,5kGy	12 jours	11 jours	12 jours	8,5 jour

La détermination du degré de fraîcheur des différents groupes de crevettes s'est révélée efficace par l'utilisation de l'examen organoleptique, et de l'analyse biochimique et microbiologique, ceci afin d'évaluer l'impact des différents traitements, à savoir l'étêtage, le blanchiment et l'irradiation à des doses différentes, appliqués à la crevette.

Au cours de la conservation au froid à +5°C, nous constatons une évolution rapide des caractères organoleptiques, biochimiques et microbiologiques de la crevette entière par rapport à celle de la crevette étêtée blanchie. Toutefois, pour les deux types de crevettes l'évolution bactérienne est plus rapide que l'évolution organoleptique.

Les résultats montrent que :

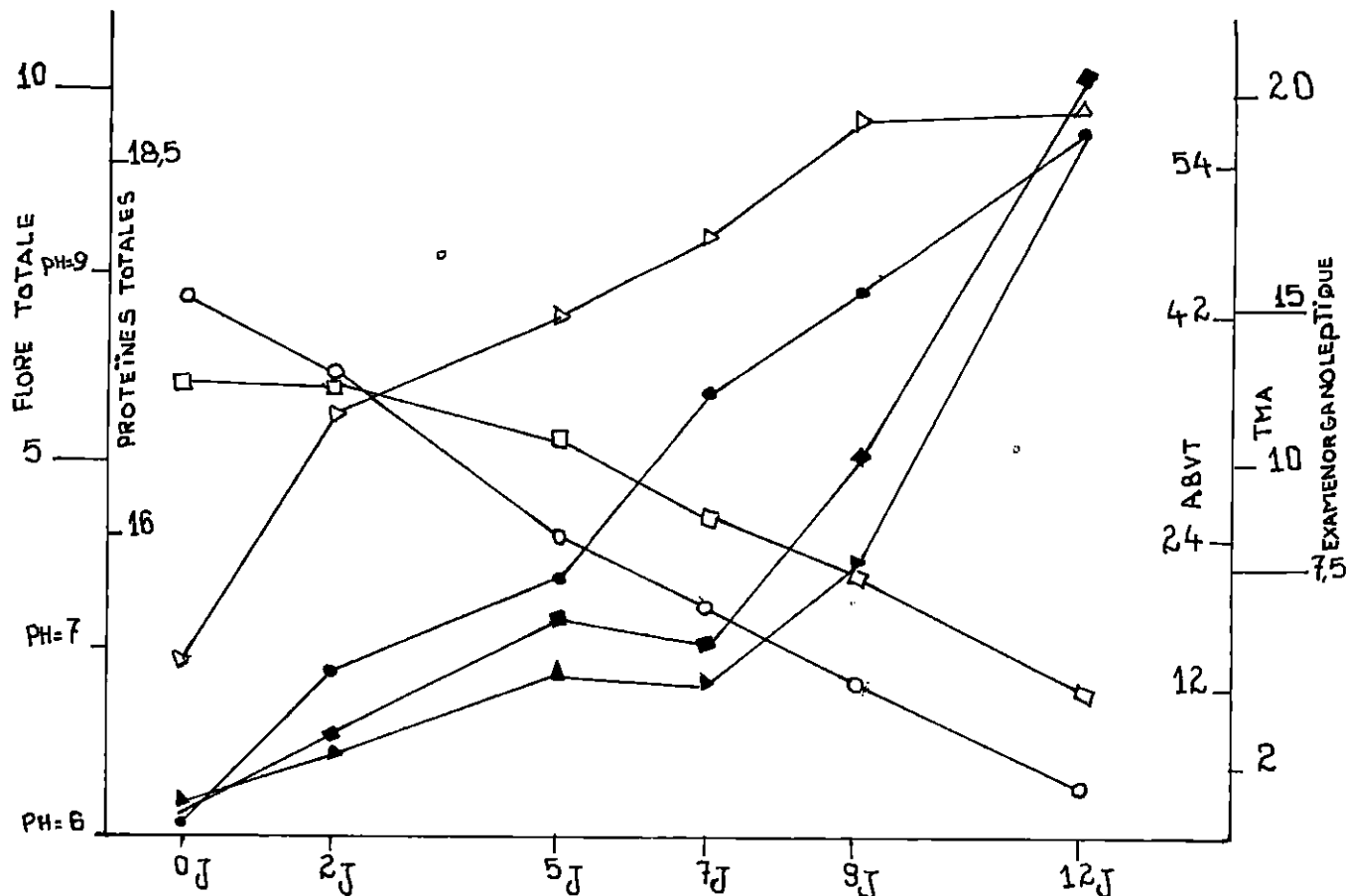


Figure 24: Evolution de la qualité organoleptique, biochimique et microbiologique de la Crevette ET BL.NI au cours de la réfrigération à +5°C.

- PH
- ▲ TMA (mg/100g de chair)
- ABVT (mg/100g de chair)
- PROTEINES TOTALES (g/100g de chair)
- △ FLORE TOTALE (Log du nombre de germes/g)
- EXAMEN ORGANOLEPTIQUE

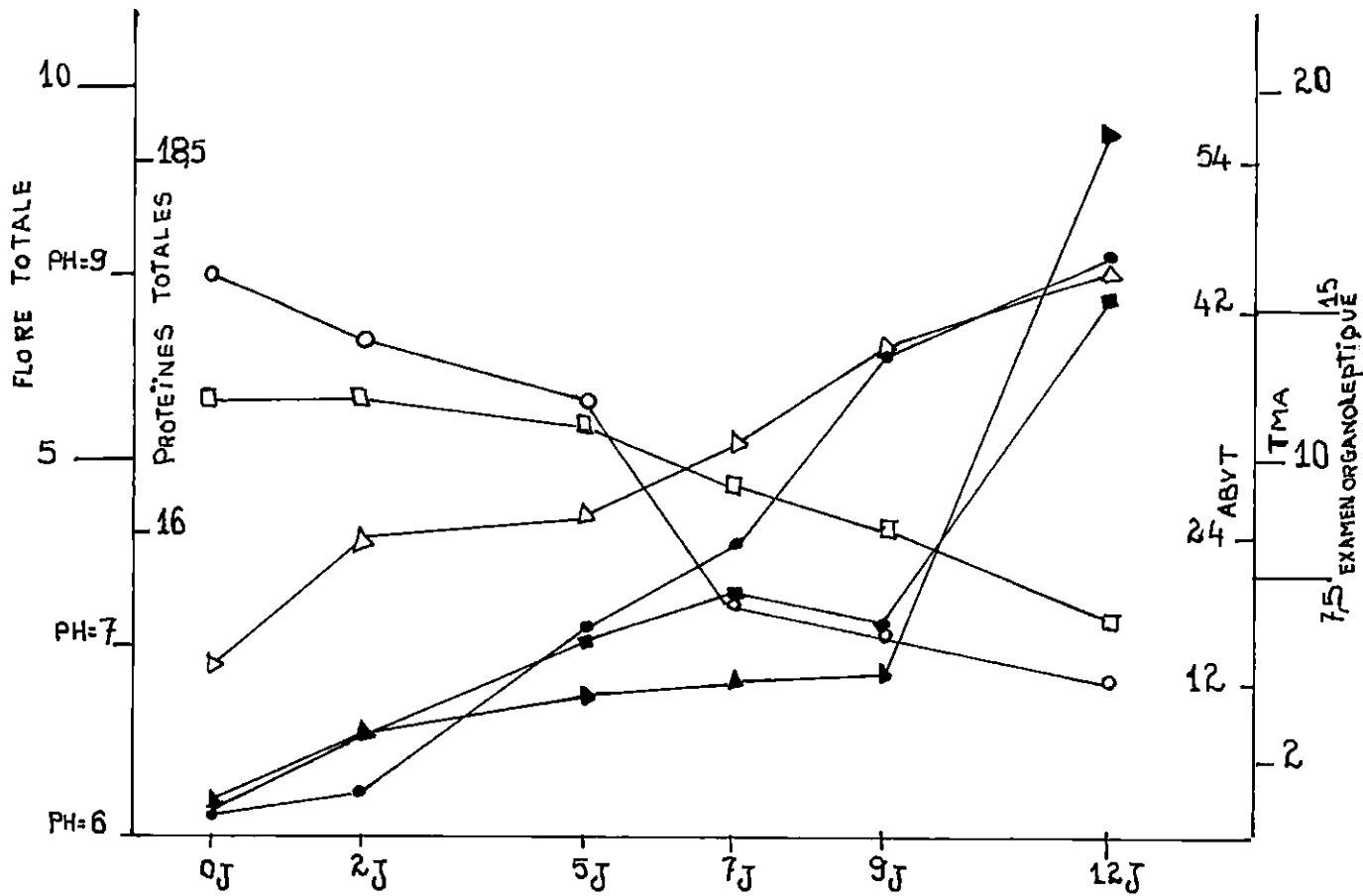


Figure 25 : Evolution de la qualité organoleptique, biochimique et microbiologique de la crevette ET-BL-I1K6 au cours de la réfrigération à +5°C.

- PH
- ▲ TMA (mg/100g de chair)
- ABVT (mg/100g de chair)
- PROTEINES TOTALES (g/100g de chair)
- △ FLORE TOTALE (Log du nombre de germes/g)
- EXAMEN ORGANOLEPTIQUE.

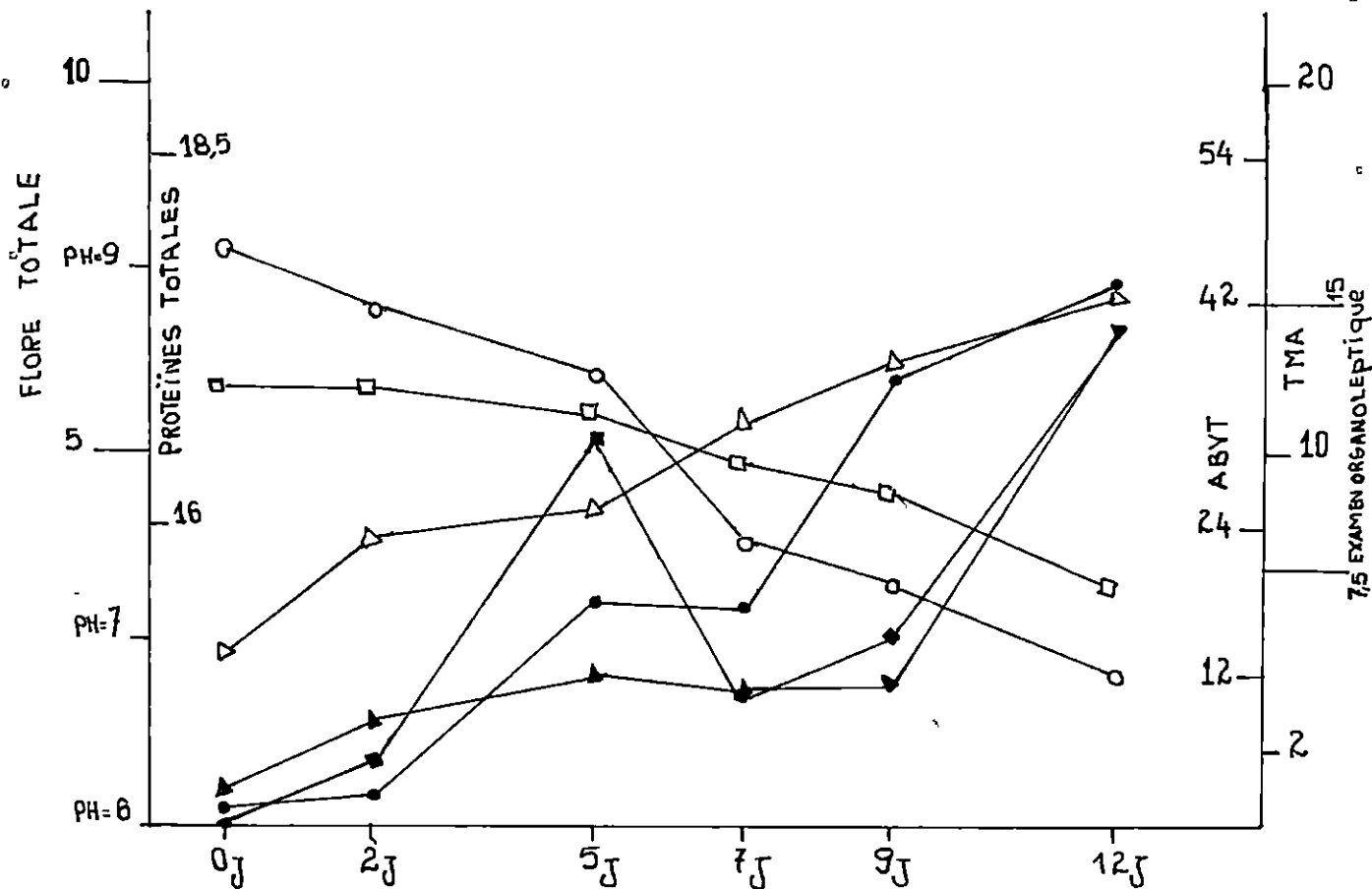


Figure 26 : Evolution de la qualité organoleptique, biochimique et microbiologique de la crevette ET-BL-I 1,5 KGy au cours de la réfrigération à +5°C.

- PH
- ▲ TMA (mg / 100g de chair)
- ABVT (mg / 100g de chair)
- PROTEINES TOTALES (g / 100g de chair)
- △ FLORE TOTALE (Log du nombre de germes / g)
- EXAMEN ORGANOLEPTIQUE.

- L'étêtage suivi d'un blanchiment prolonge la durée de conservation à +5°C de la crevette de 8,1 jours du point de vue organoleptique, de 5,6 à 7,5 jours du point de vue biochimique et de 2,2 jours du point de vue microbiologique.

- L'irradiation avec une dose de 0,1 Mrad prolonge la durée de conservation à +5°C de la crevette de 5,2 jours du point de vue organoleptique, de 8,8 à 9 jours du point de vue biochimique et de 4,2 jours du point de vue microbiologique.

- L'irradiation avec une dose de 0,15 Mrad prolonge la durée de conservation à +5°C de la crevette de 5,7 jours du point de vue organoleptique, de 6,8 à 9,1 jours du point de vue biochimique et de 4,3 jours du point de vue microbiologique.

- L'irradiation avec une dose de 0,1 Mrad précédée par un étêtage puis un blanchiment prolonge la durée de conservation à +5°C de la crevette de 9,7 jours du point de vue organoleptique, de 6 à 7,5 jours du point de vue biochimique et de 7,4 jours du point de vue microbiologique.

- L'irradiation avec une dose de 0,15 Mrad précédée par un étêtage puis un blanchiment prolonge la durée de conservation à +5°C de la crevette de 9,7 jours du point de vue organoleptique, de 6,8 à 9,4 jours du point de vue biochimique et de 7,7 jours du point de vue microbiologique.

Toutefois, en calculant les moyennes des durées de conservation à +5°C à partir des résultats organoleptiques, biochimiques et microbiologiques nous constatons que :

- L'étêtage suivi d'un blanchiment prolonge la durée de conservation à +5°C de la crevette de 5,85 jours.

- L'irradiation avec une dose de 0,10 Mrad prolonge la durée de conservation à +5°C de la crevette de 6,05 jours.

- L'irradiation avec une dose de 0,15 Mrad prolonge la durée de conservation à +5°C de la crevette de 6,48 jours.

- L'irradiation avec une dose de 0,10 Mrad précédée par un étêtage puis un blanchiment prolonge la durée de conservation à +5°C de la crevette de 7,88 jours.

- L'irradiation avec une dose de 0,15 Mrad précédée par un étêtage puis un blanchiment prolonge la durée de conservation à +5°C de 8,4 jours.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de cette étude était de rechercher l'impact du point de vue organoleptique, biochimique, et microbiologique des différents traitements appliqués à la crevette ainsi que leurs effets sur la durée de conservation de celle-ci à une température de réfrigération de +5°C.

Les résultats expérimentaux nous ont permis de dégager les points suivants :

- Le blanchiment d'une durée de deux minutes de la crevette consiste en un pré-traitement nécessaire permettant de minimiser la contamination bactérienne avant l'irradiation et éviter par la suite le noircissement du produit irradié.

- Bien que l'étêtage induit une perte en poids du produit commerciale, il permet cependant d'éliminer le principal foyer de contamination (céphalothorax) et est donc nécessaire à la prolongation de la durée de conservation.

- La dose de 0,15 Mrad apparaît être celle qui permet d'avoir un produit de bonne qualité organoleptique et dont la durée de conservation, du point de vue microbiologique, est la plus longue.

- Dans le cas du produit ayant subi le traitement par les rayons gamma, les durées de conservation obtenues par l'examen microbiologique semblent approchées celles obtenues par l'examen organoleptique ; alors que la différence est plus marquée dans le cas du produit non irradié.

Les dosages de la triméthylamine et de l'azote basique volatil total ne semblent pas être des tests fiables pouvant être utilisés pour fixer définitivement la durée de consommabilité du produit irradié, néanmoins leur utilisation pourrait être pratique dans le cas du produit non irradié.

Par conséquent, le résultat le plus prometteur tiré de cette étude est celui concernant le produit étêté, blanchi pendant deux minutes et irradié à une dose de 0,15 Mrad et dont la durée de conservation à +5°C a été estimée entre 8,5 jours, durée pendant laquelle le produit peut être consommé conformément aux normes internationales, et 12 jours, durée maximale pendant laquelle le produit

commercial garde ses qualités particulières correspondant aux exigences du consommateur .

Toutefois , nous ne pouvant conclure aussi hâtivement pour différentes raisons :

- La période d'étude étant courte , le nombre d'échantillonnages est réduit .
- La crevette prélevée n'ayant pas subi le traitement préliminaire à la conservation à temps (étêtage et blanchiment) , c'est-à-dire en phase " pré-Rigor-mortis " (juste après la capture) .

Il serait intéressant qu'à l'avenir ce travail fasse l'objet d'une étude plus poussée avec l'utilisation d'autres tests biochimique et microbiologique complémentaires pour pouvoir généraliser cette technique à l'échelle industrielle , ceci , à condition que la production crevetteière soit assez élevée pour permettre de rentabiliser le coût investit dans l'installation d'une technique pareille sachant que le prix unitaire des produits marins méditerranéens vaut en moyenne cinq fois celui des produits des autres mers .

BIBLIOGRAPH II:

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1972-Training manual on food irradiation, Technology and technique. Ins. Atomic energy, Vienne : 96 P.
- ANONYME, 1974-Etude d'une nouvelle méthode de dosage de l'azote basique volatil total pour l'évaluation qualitative des produits de la pêche. Laboratoire Central d'Hygiène Alimentaire, Paris : 13-17 pp.
- ANONYME, 1978-Rapport sur les opérations du service vétérinaire Sanitaire de Paris et du département de la Seine, Paris:13-18 pp.
- ANONYME, 1980-Food irradiation information, 10, Int. En. Agency. ELIAS et coll. ed. Rome : 85 p.
- ANONYME, 1981-Wholesomeness of irradiated foods. Techn. Rep 659, World Health Organisation, Geneva : 25-31 pp.
- ANONYME, 1982-Les enterobactéries, les vibrions. Extrait du cours photocopié D.A.A Halieutique ENSA Rennes E N V Nantes:14 p.
- ANONYME, 1982-Les flores de contamination ; les témoins de contamination fécales. Extrait du cours photocopié D.A.A Halieutique ENSA Rennes. E N V Nantes: 5 p.
- ANONYME, 1988-Caractéristiques socio-économiques des pays du Grand-Maghreb. Office National des statistiques, Alger, 10 :61-65 pp.
- ANONYME, 1988 - : Rapport préliminaire sur la situation de la pêche en Algérie. Min. Hydraul., Alger : 21 p.
- BILLON J., 1982-Examen microbiologique des poissons : Influences de la technologie. Extrait du cours photocopié D.A.A Halieutique ENSA Rennes, Nantes: 7 p.
- BOURDON J.L., MARCHAL N. et RICHARD C., 1987-Les milieux de culture pour l'isolement et l'identification biochimique des bactéries. Doin, ed: 505 p.

- BOURGEOIS C.M., MESCLE J.F. et ZUCCA A., -Microbiologique de la sécurité et de la qualité alimentaire .Tec. Doc.ed, Paris:419 p.
- CONWAY J., 1947. Microdosage . de l'azote ammoniacal. Crosby-Lockwood.ed:223 p.
- CREPEY J.R., 1958-Domaine respectif de la congélation du poisson . Rev.Trav.Pêch. mari.17,Fasc 3 et 4:59-62 pp.
- F.A.O, 1984 Code d'usage international recommandé pour les crevettes .FAO/OMS. CAC/RCP/17/1978,Rome : 45 p.
- FARKAS J., MOSSEL D.A.A., PRACHASITTHISAKDI Y., STEGEMAN H. et WONGCHINDA N., 1985- Radicidation of precooked frozen tropical shrimp . Int.J.of Food Microbiol.
- FISHER W., BAUCHOT M.L. et SCHNEIDER M., 1987-Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche.Rév.1.Tome II .Méditerranée et Mer Noire FAO.ed., Rome:761-1530 pp.
- HANNESSON G. et DAGBJARTSSON B., 1971-Radurization of scampi-shrimp and cod. Inter.Atomic. Agency-Technical reports.ed, 124 ,Vienne:96 p.
- HANNESSON G, 1972-Objectives and present status of irradiation of fish and seafoods. Food.Irradiation.Inform. 1:28-64 pp.
- HOBBS G et SHEWAN J.M., 1967-The bacteriology of fish spoilage and preservation. Frog.Ind.Microbiol:169-208 pp.
- HOBBS G. et HODGKISS W., 1982-The bacteriology of fish handling and processing. Applied Science Publishers ed:71-77 pp.
- KENNEDY T.S. et LEE F.J., 1971-Studies on the combined effect of gamma radiation and cooking on the nutritional value of fish. J.Sci.Food.Agricul, 3:146-148 pp.
- LECOQ R, 1965-Manuel d'analyse alimentaire et d'expertises usuelles .T.I et II. Doin, Leren et Cie.ed., Paris : 2185 p.

- LISTON J. et MATCHES J.R., 1970—Study on the basic microbiological factors involved in the irradiation of marine products. Nuclear.Sci.Abstr.: 296-297 pp.
- MARJORIE R., 1987—Analyse biologique de l'eau. Tec.Doc.ed., Paris:229 p.
- MORRE J., 1975 La conservation des produits de la pêche par irradiation : Une technique qui offre bien des avantages. France Pêche:60-64 pp.
- MORRE J., 1976—Utilisation des rayonnements ionisants en industrie alimentaire. Rec.Med.Vet:152 p.
- OTENG-GYANG K., 1984—Introduction à la microbiologie alimentaire dans les pays chauds. Tec.et Doc.ed., Paris:260 p.
- RODIER J., 1984—L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7ème Ed.Dunod, Paris:1365 p.
- SAINCLIVIER M., 1976—Traitement du poisson par les radiations ionisantes. Rev.Biblio. Chaire de Technol., Rennes:167-180 pp.
- SAINCLIVIER M., 1983—Les industries alimentaires halieutiques: Poisson matière première. Bull.Sci.Tech.de l'Ecole Nationale de Rennes., France:263 p.
- SCHWARTZ D., 1969—Méthode statistique à l'usage des médecins et biologistes. Médecine-Science.Flammarion.ed., Paris:318 p.
- SOUDAN F., ANQUEZ M. et ALAIN B., 1965—La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusques. Beillère et fils.ed., Paris:514 p.
- SPIEGEL M.R., 1982—Théorie et application de la statistique. SCHAUM.ed., Paris:358 p.
- SRIKAR P. et CHANDREAU M., 1983—Détermination of organic nitrogen by kjedahl digestion using hydrogen peroxyd. J.Food.Technical., 18:123-229 pp.
- TOZAMA K., 1969—Studies on the irradiation cleavage of T M A

oxide in fish flesh. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 4: 391-396 pp.

VIDAL P, 1973-L'irradiation, nouveau procédé de conservation. Ind. Alim. Agr., Paris: 1161-1174 pp.

WINCKE W, 1972-Extending the shelfish life of brown shrimp by gamma irradiation. Lebensw. Wiss. und Techno., 5: 151-154 pp.

A N N E X E I

TABLEAU 6

EVOLUTION DES CARACTERES ORGANOLEPTIQUES
DE LA CREVETTE AU COURS DE LA REFREGIRATION
A +5°C

J/G	EN - NI	EN-11KGY	EN-11,5KGY	ET-BL-NI	ET-BL-1KGY	ET-BL-11,5KGY
0	11,2 10,9 11,2 11,0 m = 10,07 + 1,01	11,6 11,5 11,4 11,9 m = 11,60 + 0,19	11,0 11,1 11,2 10,8 m = 11,02 + 0,10	12,1 11,9 11,9 12,0 m = 11,97 + 0,10	11,9 11,4 11,5 11,8 m = 11,65 + 0,21	11,6 11,5 11,4 11,8 m = 11,57 + 0,15
2	6,1 6,2 6,1 5,7 m = 6,02 + 0,19	10,7 10,7 10,7 10,5 m = 10,65 + 0,09	10,1 10,2 10,0 9,8 m = 10,02 + 0,15	12,3 11,7 12,1 11,7 m = 11,95 + 0,26	11,9 12,0 11,4 11,5 m = 11,70 + 0,25	11,7 11,6 11,6 11,6 m = 11,62 + 0,09
5	0,7 0,7 1,5 1,2 m = 1,02 + 0,34	7,2 7,5 7,2 7,6 m = 7,37 + 0,18	7,6 7,2 8,2 7,4 m = 7,60 + 0,37	10,5 10,5 10,7 10,4 m = 10,52 + 0,11	11,0 10,9 11,1 10,7 m = 10,92 + 0,15	11,2 11,0 11,1 11,2 m = 11,12 + 0,08
7		5,6 5,6 5,4 6,1 m = 5,67 + 0,26	5,6 6,2 6,0 6,1 m = 5,79 + 0,34	8,2 9,1 8,3 8,0 m = 8,40 + 0,42	9,6 9,2 9,5 9,1 m = 9,35 + 0,21	10,0 9,6 9,7 9,4 m = 9,67 + 0,05
9		5,1 4,6 5,2 5,5 m = 5,10 + 0,32	5,0 5,5 5,4 5,4 m = 5,32 + 0,19	6,7 6,8 7,0 6,7 m = 6,80 + 0,12	8,3 8,1 8,5 7,9 m = 8,20 + 0,07	9,2 8,2 9,0 8,7 m = 8,95 + 0,41
12		2,7 2,8 2,6 3,2 m = 2,82 + 0,23	3,4 3,2 3,8 3,3 m = 3,42 + 0,23	3,7 4,2 3,8 3,2 m = 3,72 + 0,36	6,0 5,3 6,2 5,9 m = 5,85 + 0,33	6,7 6,2 6,4 6,7 m = 6,50 + 0,21

Tableau 7

EVOLUTION DE GERMES TOXAUX (N/g)
DE LA CREVETTE AU COURS DE LA REFRIGERATION
A +5°C

Gr Jc	EN - NI	EN-I1KGY	EN-I1,5KGY	ET-BL-NI	ET-BL-I1KGY	ET-BL-I1,5KGY
0	0,92 10 ³	0,66 10 ⁴	0,50 10 ⁴	2,27 10 ³	2,13 10 ²	1,65 10 ²
	0,96 10 ³	0,93 10 ⁴	0,67 10 ⁴	2,17 10 ³	1,73 10 ²	2,16 10 ²
	1,25 10 ³	0,78 10 ⁴	0,85 10 ⁴	1,93 10 ³	2,16 10 ²	2,44 10 ²
	0,97 10 ³	0,99 10 ⁴	0,70 10 ⁴	1,86 10 ³	1,66 10 ²	1,57 10 ²
	0,96 10 ³	1,15 10 ⁴	0,63 10 ⁴	2,88 10 ³	1,63 10 ²	2,05 10 ²
	m=1,01 10 ³ + 0,12 10 ³	m=0,90 10 ⁴ + 0,17 10 ⁴	m=0,67 10 ⁴ + 0,11 10 ⁴	m=2,22 10 ³ + 0,36 10 ³	m=1,86 10 ² + 0,23 10 ²	m=1,97 10 ² + 0,32 10 ²
2	2,67 10 ⁷	2,70 10 ⁵	2,14 10 ⁵	4,23 10 ⁵	8,75 10 ³	7,40 10 ³
	3,15 10 ⁷	2,67 10 ⁵	2,27 10 ⁵	4,56 10 ⁵	9,40 10 ³	6,18 10 ³
	2,96 10 ⁷	2,86 10 ⁵	1,96 10 ⁵	3,73 10 ⁵	9,70 10 ³	7,06 10 ³
	3,19 10 ⁷	2,13 10 ⁵	2,77 10 ⁵	4,90 10 ⁵	8,17 10 ³	6,80 10 ³
	2,86 10 ⁷	2,50 10 ⁵	2,00 10 ⁵	3,25 10 ⁵	8,19 10 ³	7,30 10 ³
	m=2,96 10 ⁷ + 0,19 10 ⁷	m=2,57 10 ⁵ + 0,25 10 ⁵	m=2,23 10 ⁵ + 0,29 10 ⁵	m=4,13 10 ⁵ + 0,59 10 ⁵	m=8,84 10 ³ + 0,62 10 ³	m=6,95 10 ³ + 0,44 10 ³
5	0,94 10 ⁷	9,66 10 ⁵	8,16 10 ⁵	0,83 10 ⁷	1,40 10 ⁴	2,12 10 ⁴
	0,95 10 ⁷	8,13 10 ⁵	8,36 10 ⁵	0,91 10 ⁷	2,16 10 ⁴	2,00 10 ⁴
	0,90 10 ⁷	9,41 10 ⁵	9,24 10 ⁵	0,93 10 ⁷	1,76 10 ⁴	1,35 10 ⁴
	1,06 10 ⁷	9,14 10 ⁵	7,33 10 ⁵	0,90 10 ⁷	1,77 10 ⁴	1,45 10 ⁴
	0,88 10 ⁷	9,50 10 ⁵	7,85 10 ⁵	0,97 10 ⁷	1,90 10 ⁴	1,96 10 ⁴
	m=0,95 10 ⁷ + 0,06 10 ⁷	m=9,17 10 ⁵ + 0,54 10 ⁵	m=8,19 10 ⁵ + 0,63 10 ⁵	m=0,91 10 ⁷ + 0,04 10 ⁷	m=1,80 10 ⁴ + 0,24 10 ⁴	m=1,77 10 ⁴ + 0,31 10 ⁴
7		7,06 10 ⁶	7,19 10 ⁶	1,13 10 ⁷	1,96 10 ⁵	2,24 10 ⁵
		7,30 10 ⁶	7,09 10 ⁶	1,10 10 ⁷	1,60 10 ⁵	2,67 10 ⁵
		7,63 10 ⁶	7,11 10 ⁶	0,95 10 ⁷	1,70 10 ⁵	2,74 10 ⁵
		8,17 10 ⁶	7,31 10 ⁶	1,00 10 ⁷	1,48 10 ⁵	2,33 10 ⁵
		7,86 10 ⁶	7,85 10 ⁶	0,91 10 ⁷	1,56	3,16 10 ⁵
		m=7,60 10 ⁶ + 0,39 10 ⁶	m=7,32 10 ⁶ + 0,28 10 ⁶	m=1,02 10 ⁷ + 0,08 10 ⁷	m=1,66 10 ⁵ + 0,16 10 ⁵	m=2,63 10 ⁵ + 0,33 10 ⁵
9		3,17 10 ⁷	2,86 10 ⁷	4,02 10 ⁷	2,16 10 ⁶	1,27 10 ⁶
		3,11 10 ⁷	2,23 10 ⁷	3,96 10 ⁷	3,18 10 ⁶	1,14 10 ⁶
		3,02 10 ⁷	2,46 10 ⁷	3,83 10 ⁷	4,18 10 ⁶	1,17 10 ⁶
		3,44 10 ⁷	2,77 10 ⁷	4,16 10 ⁷	3,60 10 ⁶	2,13 10 ⁶
		3,36 10 ⁷	2,86 10 ⁷	3,70 10 ⁷	2,83 10 ⁶	2,55 10 ⁶
		m=3,22 10 ⁷ + 0,16 10 ⁷	m=2,64 10 ⁷ + 0,25 10 ⁷	m=3,93 10 ⁷ + 0,16 10 ⁷	m=3,19 10 ⁶ + 0,68 10 ⁶	m=1,65 10 ⁶ + 0,58 10 ⁶
12		0,83 10 ⁸	0,99 10 ⁸	0,44 10 ¹⁰	2,77 10 ⁷	1,46 10 ⁷
		0,74 10 ⁸	1,06 10 ⁸	0,36 10 ¹⁰	3,16 10 ⁷	1,32 10 ⁷
		0,75 10 ⁸	1,13 10 ⁸	0,80 10 ¹⁰	4,12 10 ⁷	0,98 10 ⁷
		0,89 10 ⁸	0,86 10 ⁸	0,97 10 ¹⁰	3,44 10 ⁷	0,93 10 ⁷
		0,79 10 ⁸	1,27 10 ⁸	0,33 10 ¹⁰	3,57 10 ⁷	1,16 10 ⁷

Tableau 8

EVOLUTION DE GERMES PSYCHROPHILES
DE LA CREVETTE AU COURS DE LA REFRIGERATION
A +5°C

Gr Jo	EN - NI	EN-I1KGY	EN-I1,5KGY	ET-BL-NI	ET-BL-I1KGY	ET-BL-I1,5KGY
0	0,83 10 ⁴	0,21 10 ³	0,13 10 ³	0,11	0	0
	0,92 10 ⁴	0,28 10 ³	0,15 10 ³	0,09	0,12	0
	0,66 10 ⁴	0,32 10 ³	0,29 10 ³	0,05	0,16	0,09
	0,81 10 ⁴	0,46 10 ³	0,25 10 ³	0,22	0	0,10
	0,50 10 ⁴	0,18	0,27 10 ³	0,16	0	0
	m=0,74 10 ⁴ + 0,15 10 ⁴	m=0,29 10 ³ + 0,10 10 ³	m=0,21 10 ³ + 0,06 10 ³	m=0,12 + 0,06	m=0,05 + 0,07	m=0,03 + 0,05
2	1,18 10 ⁵	1,59 10 ⁴	1,19 10 ⁴	0,21 10 ²	0	0
	2,13 10 ⁵	0,66 10 ⁴	0,94 10 ⁴	0,13 10 ²	0	0
	2,65 10 ⁵	0,97 10 ⁴	0,75 10 ⁴	0,19 10 ²	0,20	0
	1,45 10 ⁵	0,89 10 ⁴	1,13 10 ⁴	0,29 10 ²	0,19	0,17
	1,06 10 ⁵	1,16 10 ⁴	1,56 10 ⁴	0,46 10 ²	0,16	0,11
	m=1,69 10 ⁵ + 0,60 10 ⁵	m=1,05 10 ⁴ + 0,31 10 ⁴	m=1,11 10 ⁴ + 0,27 10 ⁴	m=0,26 10 ² + 0,11 10 ²	m=0,11 + 0,09	m=0,05 + 0,07
5	2,13 10 ⁷	5,44 10 ⁵	4,42 10 ⁵	1,11 10 ⁴	0,89 10 ³	2,16 10 ²
	2,46 10 ⁷	6,28 10 ⁵	5,76 10 ⁵	1,26 10 ⁴	0,62 10 ³	3,01 10 ²
	1,13 10 ⁷	7,32 10 ⁵	3,28 10 ⁵	2,16 10 ⁴	0,72 10 ³	2,23 10 ²
	2,32 10 ⁷	6,80 10 ⁵	5,44 10 ⁵	2,11 10 ⁴	0,83 10 ³	3,15 10 ²
	1,98 10 ⁷	9,14 10 ⁵	5,73 10 ⁵	1,97 10 ⁴	0,91 10 ³	2,65 10 ²
	m=2,00 10 ⁷ + 0,46 10 ⁷	m=6,99 10 ⁵ + 1,23 10 ⁵	m=4,92 10 ⁵ + 0,96 10 ⁵	m=1,72 10 ⁴ + 0,44 10 ⁴	m=0,79 10 ³ + 0,11 10 ³	m=2,64 10 ² + 0,40 10 ²
7		3,48 10 ⁵	6,02 10 ⁵	0,91 10 ⁷	3,33 10 ⁴	9,88 10 ³
		4,22 10 ⁵	5,24 10 ⁵	0,46 10 ⁷	2,96 10 ⁴	7,36 10 ³
		3,63 10 ⁵	5,07 10 ⁵	0,47 10 ⁷	3,18 10 ⁴	9,20 10 ³
		3,36 10 ⁵	6,39 10 ⁵	0,52 10 ⁷	4,10 10 ⁴	9,14 10 ³
		5,11 10 ⁵	5,80 10 ⁵	0,84 10 ⁷	4,16 10 ⁴	8,45 10 ³
		m=3,96 10 ⁵ + 0,65 10 ⁵	m=5,70 10 ⁵ + 0,49 10 ⁵	m=0,64 10 ⁷ + 0,19 10 ⁷	m=3,54 10 ⁴ + 0,49 10 ⁴	m=8,80 10 ³ + 0,85 10 ³
9		1,83 10 ⁷	1,46 10 ⁷	3,44 10 ⁵	0,80 10 ⁵	0,46 10 ⁵
		1,46 10 ⁷	1,92 10 ⁷	3,46 10 ⁵	0,93 10 ⁵	0,80 10 ⁵
		1,32 10 ⁷	2,24 10 ⁷	3,20 10 ⁵	0,57 10 ⁵	0,85 10 ⁵
		1,92 10 ⁷	1,16 10 ⁷	3,77 10 ⁵	0,96 10 ⁵	1,02 10 ⁵
		2,49 10 ⁷	2,14 10 ⁷	4,09 10 ⁵	1,12 10 ⁵	0,66 10 ⁵
		m=1,80 10 ⁷ + 0,41 10 ⁷	m=1,78 10 ⁷ + 0,41 10 ⁷	m=3,59 10 ⁵ + 0,31 10 ⁵	m=0,87 10 ⁵ + 0,18 10 ⁵	m=0,76 10 ⁵ + 0,19 10 ⁵
12		0,83 10 ⁵	0,93 10 ⁵	9,98 10 ⁵	4,41 10 ⁷	1,02 10 ⁷
		0,93 10 ⁵	0,99 10 ⁵	8,13 10 ⁵	3,76 10 ⁷	1,13 10 ⁷
		0,66 10 ⁵	0,87 10 ⁵	8,27 10 ⁵	3,13 10 ⁷	0,91 10 ⁷
		0,56 10 ⁵	0,38 10 ⁵	8,22 10 ⁵	3,26 10 ⁷	1,15 10 ⁷
		0,72 10 ⁵	0,53 10 ⁵	9,66 10 ⁵	3,43 10 ⁷	1,27 10 ⁷
		m=0,74 10 ⁵ + 0,13 10 ⁵	m=0,74 10 ⁵ + 0,24 10 ⁵	m=8,85 10 ⁵ + 0,79 10 ⁵	m=3,59 10 ⁷ + 0,47 10 ⁷	m=1,10 10 ⁷ + 0,12 10 ⁷

Tableau 9

EVOLUTION DES ENTEROBACTERIES
 TOTALES (N/G) DE LA CREVETTE AU COURS
 DE LA REFRIGERATION
 A + 5°C

	EN - NI	EN-I1KGY	EN-I1,5KGY	ET-BL-NI	ET-BL-I1KGY	ET-BL-I1,5KGY
0	16,49 10 ²	14,69	10,94	0,36 10 ²	0,30	0,32
	16,69 10 ²	14,66	10,86	0,37 10 ²	0,32	0,46
	15,46 10 ²	14,32	10,32	0,36 10 ²	0,29	0,27
	16,44 10 ²	14,80	11,16	0,40 10 ²	0,30	0,36
	16,50 10 ²	15,16	11,02	0,41 10 ²	0,31	0,33
	m=16,31 10 ² +0,44 10 ²	m=14,73 +0,27	m=10,86 +0,29	m=0,38 10 ² +0,29	m=0,30 +0,02 10 ²	m=0,34 +0,06
2	4,83 10 ²	4,20 10 ²	3,64 10 ²	0,67 10 ⁴	0,14 10 ²	0,11 10 ²
	4,93 10 ²	4,11 10 ²	3,66 10 ²	0,82 10 ⁴	0,15 10 ²	0,10 10 ²
	4,25 10 ²	4,16 10 ²	3,76 10 ²	0,53 10 ⁴	0,13 10 ²	0,11 10 ²
	4,92 10 ²	4,22 10 ²	3,42 10 ²	0,69 10 ⁴	0,16 10 ²	0,09 10 ²
	4,80 10 ²	4,18 10 ²	3,53 10 ²	0,66 10 ⁴	0,14 10 ²	0,13 10 ²
	m= 4,74 10 ² +0,25 10 ²	m=4,17 10 ² +0,04 10 ²	m=0,60 10 ² +0,17 10 ²	m=0,67 10 ⁴ +0,09 10 ⁴	m=0,14 10 ² +0,01 10 ²	m=0,10 10 ² +0,01 10 ²
5	15,34 10 ⁴	1,49 10 ³	1,34 10 ³	0,15 10 ⁶	0,03 10 ³	0,03 10 ³
	16,16 10 ⁴	1,49 10 ³	1,32 10 ³	1,15 10 ⁶	0,02 10 ³	0,03 10 ³
	16,80 10 ⁴	1,36 10 ³	1,30 10 ³	1,16 10 ⁶	0,03 10 ³	0,03 10 ³
	15,01 10 ⁴	1,42 10 ³	1,16 10 ³	0,13 10 ⁶	0,03 10 ³	0,03 10 ³
	15,16 10 ⁴	1,41 10 ³	1,37 10 ³	0,13 10 ⁶	0,03 10 ³	0,03 10 ³
	m=15,69 10 ⁴ +0,68 10 ⁴	m=1,43 10 ³ +0,05 10 ³	m=1,30 10 ³ +0,07 10 ³	m=0,14 10 ⁶ +0,01 10 ⁶	m=0,03 10 ³ +0,004	m=0,03 10 ³ +0
7		1,24 10 ⁴	1,19 10 ⁴	0,17 10 ⁷	0,27 10 ³	0,43 10 ³
		1,26 10 ⁴	1,19 10 ⁴	0,15 10 ⁷	0,26 10 ³	0,46 10 ³
		1,21 10 ⁴	1,17 10 ⁴	0,16 10 ⁷	0,28 10 ³	0,40 10 ³
		1,21 10 ⁴	1,21 10 ⁴	0,17 10 ⁷	0,27 10 ³	0,40 10 ³
		1,27 10 ⁴	1,53 10 ⁴	0,17 10 ⁷	0,30 10 ³	0,49 10 ³
		m=1,23 10 ⁴ +0,02 10 ⁴	m=1,25 10 ⁴ +0,14 10 ⁴	m=0,16 10 ⁷ +0,08 10 ⁷	m=0,27 10 ³ +0,01 10 ³	m=0,43 10 ³ +0,03 10 ³
9		0,52 10 ⁵	0,43 10 ⁵	0,64 10 ⁷	0,52 10 ⁴	0,27 10 ⁴
		0,50 10 ⁵	0,39 10 ⁵	0,66 10 ⁷	0,52 10 ⁴	0,26 10 ⁴
		0,50 10 ⁵	0,40 10 ⁵	0,65 10 ⁷	0,49 10 ⁴	0,27 10 ⁴
		0,53 10 ⁵	0,45 10 ⁵	0,64 10 ⁷	0,50 10 ⁴	0,31 10 ⁴
		0,52 10 ⁵	0,41 10 ⁵	0,63 10 ⁷	0,50 10 ⁴	0,27 10 ⁴
		m=0,51 10 ⁵ +0,01 10 ⁵	m=0,41 10 ⁵ +0,02 10 ⁵	m=0,64 10 ⁷ +0,01 10 ⁷	m=0,50 10 ⁴ +0,01 10 ⁴	m=0,27 10 ⁴ +0,02 10 ⁴
12		0,13 10 ⁶	0,17 10 ⁶	0,09 10 ⁷	0,55 10 ⁵	0,19 10 ⁵
		0,13 10 ⁶	0,17 10 ⁶	0,08 10 ⁷	0,57 10 ⁵	0,18 10 ⁵
		0,12 10 ⁶	0,17 10 ⁶	0,09 10 ⁷	0,53 10 ⁵	0,17 10 ⁵
		0,14 10 ⁶	0,16 10 ⁶	0,11 10 ⁷	0,57 10 ⁵	0,19 10 ⁵
		0,14 10 ⁶	0,16 10 ⁶	0,10 10 ⁷	0,53 10 ⁵	0,18 10 ⁵
		m=0,13 10 ⁶ +0,007 10 ⁶	m=0,16 10 ⁶ +0,004 10 ⁶	m=0,09 10 ⁷ +0,01 10 ⁷	m=0,55 10 ⁵ +0,02 10 ⁵	m=0,18 10 ⁵ +0,007 10 ⁵

Tableau 10.

EVOLUTION DES MOISSURES (N/g) DE LA
 CREVETTE AU COURS DE LA REFRIGERATION
 A +5°-6°C

Gr Jo	EN - NI	EN-I1KGY	EN-I1,5KGY	ET-BL-NI	ET-BL-I1KGY	ET-BL-I1,5KGY
0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
5	0,16 + 0,22	0	0	0	0	0
7		0	0	0	0	0
9		0	0	0,10 + 0,13	0	0
12		0,05	0	0,21 + 0,20	0	0

Tableau 11

EVOLUTION DU PH DE LA CREVETTE
AU COURS DE LA REFRIGERATION A + 5°C

	EN - NI	EN-I1KGY	EN-I1,5KGY	ET-BL-NI	ET-BL-I1KGY	ET-BL-I1,5KGY
0	6,20 6,26 6,05 6,15 m= 6,16 + 0,07	6,27 6,07 6,06 6,14 m= 6,13 + 0,08	6,19 6,15 6,21 6,16 m= 6,18 + 0,02	6,02 6,08 6,05 6,10 m= 6,06 + 0,03	6,10 6,14 6,17 6,08 m= 6,12 + 0,03	6,06-6,09 6,04-6,15 m= 6,08 + 0,04
2	7,98-7,94 8,20-8,18 m= 8,07 + 0,11	7,30-7,27 7,19-7,29 m= 7,26 + 0,04	7,22-7,28 7,25-7,31 m= 7,26 + 0,03	6,97-6,88 6,86-6,83 m= 6,88 + 0,05	6,24-6,35 6,20-6,19 m= 6,24 + 0,06	6,11-6,16 6,19-6,20 m= 6,16 + 0,03
5	9,96-9,85 9,60-9,55 m= 9,74 + 0,17	7,69-7,62 7,66-7,59 m= 7,64 + 0,03	7,55-7,51 7,39-7,41 m= 7,46 + 0,06	7,33-7,37 7,44-7,41 m= 7,38 + 0,04	7,08-7,10 7,16-7,17 m= 7,12 + 0,03	6,86-6,99 7,02-7,08 m= 6,99 + 0,08
7		7,97-7,95 8,02-8,06 m= 8,00 + 0,04	7,87-7,82 7,83-7,90 m= 7,85 + 0,03	8,86-8,17 8,15-8,25 m= 8,35 + 0,29	7,55-7,57 7,52-7,60 m= 7,56 + 0,03	7,09-7,16 7,21-7,19 m= 7,16 + 0,04
9		8,78-8,32 8,86-8,71 m = 8,84 + 0,04	8,43-8,47 8,37-8,40 m = 8,41 + 0,03	8,97-8,95 8,89-8,82 m = 8,90 + 0,06	8,57-8,52 8,65-8,49 m = 8,56 + 0,06	8,36-8,39 8,41-8,35 m = 8,38 + 0,02
12		9,85-9,83 9,95-9,88 m = 9,88 + 0,04	9,76-9,72 9,70-9,77 m = 9,73 + 0,03	9,79-9,81 9,74-9,79 m = 9,78 + 0,08	9,11-9,09 9,06-9,13 m = 9,09 + 0,02	8,87-8,89 9,91-8,95 m = 8,90 + 0,03

TABLEAU 12 : EVOLUTION DE LA TENEUR EN AZOTE TOTAL (N en g) ET DE LA TENEUR EN PROTEINES TOTALES (g/100g de chair) DE LA CREVETTE AU COURS DE LA REFRIGERATION A +5°C.

	EN - NI		EN - I 1KGr		EN-I1,5 KGy		ET-BL-NE		ET-BL-I1KGy		ET-BL-I 1,5KGy	
	N(g)	Pr.T	N(g)	Pr.T	N(g)	Pr.T	N(g)	Pr.T	N(g)	Pr.T	N(g)	Pr.T
0	2,93	18,35	3,04	19,02	3,01	18,85	2,85	17,86	2,84	17,75	2,86	17,88
	2,96	18,55	2,95	18,44	3,04	19,00	2,82	17,56	2,85	17,86	2,84	17,75
	3,00	18,75	3,02	18,88	2,96	18,55	2,75	17,22	2,82	17,66	2,85	17,85
	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
	2,96	18,55	3,00	18,78	3,00	18,80	2,80	17,58	2,83	17,76	2,85	17,83
	+2,86	+0,16	+0,03	+0,25	+0,03	+0,19	+0,04	+0,27	+0,01	+0,08	+0,008	+0,05
2	2,87	17,95	2,98	18,66	3,01	18,85	2,77	17,35	2,79	17,45	2,82	17,65
	2,93	18,35	2,92	18,25	2,76	17,30	2,80	17,50	2,77	17,35	2,79	17,47
	2,84	17,80	2,84	17,80	2,92	18,25	2,61	16,35	2,73	17,10	2,75	17,20
	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
	2,88	18,03	2,91	18,24	2,89	18,13	2,72	17,07	2,76	17,30	2,78	17,44
	+0,04	+0,23	+0,06	+0,34	+0,10	+0,63	+0,8	+0,51	+0,02	+0,15	+0,03	+0,18
5	2,72	17,05	2,88	18,02	2,93	18,35	2,64	16,35	2,73	17,10	2,72	17,05
	2,50	15,65	2,85	17,85	2,72	17,00	2,62	16,10	2,69	16,85	2,74	17,15
	2,60	16,25	2,75	17,22	2,80	17,55	2,40	15,05	2,68	16,77	2,68	16,80
	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
	2,60	16,32	2,82	17,69	2,81	17,63	2,55	16,00	2,70	16,90	2,71	17,00
	+0,09	+0,57	+0,05	+0,34	+0,09	+0,55	+0,1	+0,57	+0,02	+0,14	+0,02	+0,15
7			2,57	16,08	2,70	16,88	2,42	15,15	2,48	15,55	2,56	16,00
			2,92	18,30	2,64	16,50	2,50	15,55	2,45	15,35	2,53	15,85
			2,64	16,50	2,74	17,15	2,52	15,75	2,52	15,77	2,52	15,80
			m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
			2,71	16,96	2,69	16,84	2,48	15,52	2,48	15,56	2,54	15,88
		+0,02	+0,96	+0,04	+0,02	+0,4	+0,26	+0,03	+0,17	+0,02	+0,08	
9			2,50	15,67	2,57	16,10	2,40	15,04	2,45	15,35	2,50	15,66
			2,47	15,45	2,52	15,75	2,37	14,86	2,47	15,45	2,52	15,75
			2,45	15,35	2,25	15,77	2,43	15,20	2,44	15,26	2,46	15,40
			m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
			2,47	15,49	2,53	15,87	2,40	15,03	2,45	15,33	2,49	15,60
		+0,02	+0,13	+0,02	+0,16	+0,2	+0,14	+0,01	+0,08	+0,02	+0,15	
12			2,40	15,00	2,47	15,45	2,34	14,56	2,40	15,05	2,48	15,55
			2,27	14,20	2,50	15,65	2,27	14,22	2,36	14,80	2,28	14,28
			2,36	14,75	2,43	15,20	2,26	14,16	2,43	15,22	2,41	15,11
			m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
			2,34	14,65	2,46	15,43	2,29	14,35	2,39	15,02	2,39	14,98
		+0,05	+0,33	+0,03	+0,18	+0,3	+0,22	+0,03	+0,17	+0,08	+0,0,5	

TABLEAU 13: EVOLUTION DE LA TENEUR EN ABVT ET EN TMA (mg/100g de crevette)
DE LA CREVETTE AU COURS DE LA REFRIGERATION A 5°C
(RESULTATS OBTENUS PAR LA METHODE DE CONWAY (1947))

	EN - NI		EN - I 1KGr		EN - I 1,5 KGy		ET-BL-NI		ET-BL-I 1KGy		ET-BL-I 1,5KGy	
	ABVT	TMA	ABVT	TMA	ABVT	TMA	ABVT	TMA	ABVT	TMA	ABVT	TMA
0	18,4	0,49	18,6	0,88	20,6	0,51	19	0,73	21,1	1,00	18,2	0,99
	19,6	0,51	21,0	1,20	19,0	0,77	20,2	0,98	19,6	1,15		0,99
	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	M=
	19,0	0,5	19,8	1,04	19,8	0,64	19,6	0,88	20,3	1,07	18,2	0,99
	+0,60	+0,01	+1,20	+0,16	+0,80	+0,13	+0,6	+0,10	+0,75	+0,07		+0,03
2	36,4	3,40	24,8	1,22	18,4	1,40	26,4	2,16	25,5	2,88	23,1	2,66
	33,1	3,60	28,1	1,44	26,7	1,36	26	2,19	27,0	2,80	22,9	2,92
	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
	34,7	26,4	26,4	1,33	27,5	1,38	26,2	2,17	26,2	2,84	23,0	2,79
	+1,65	+0,1	+1,65	+0,11	+0,84	+0,02	+0,2	+0,01	+0,75	+0,04	+0,10	+0,13
5	137,6	13,15	28,8	1,60	40,8	3,90	35,6	4,27	33,9	4,06	32,6	3,92
	149,4	11,22	29,2	1,90	38,2	2,99		4,33	32,9	3,60	30,1	4,00
	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
	143,5	12,18	29,0	1,75	39,5	3,44	35,6	4,30	33,4	3,83	31,3	3,96
	+5,89	+0,96	+0,20	+0,15	+1,30	+0,45		+0,03	+0,50	+0,23	+1,25	0,04
7			27,2	6,50	38,4	3,67	33,9	4,06	37,2	4,34	27,6	3,34
			26,9	7,50	37,4	3,69	33,0		37,8	3,88	28,6	3,76
			m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
			27,0	7,00	37,9	3,68	33,4	4,06	37,5	4,11	28,1	3,55
		+0,15	+0,50	+0,50	+0,01	+0,4		+0,30	+0,23	+0,50	+0,21	
9			36,8	7,3	29,6	2,82	47,7	7,26	35,2	4,21	32,4	3,90
			38,1	7,5	32,1	3,10	49,0	7,36	35	4,40	33,6	3,77
			m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
			37,4	7,4	30,8	2,96	48,3	7,31	35,1	4,30	33	3,83
		+0,65	+0,10	+1,25	+0,14	+0,6	+0,05	+0,10	+0,09	+0,60	+0,06	
12			60,1	14,16	61,8	13,88	76,2	17,33	60,2	13,61	55,5	14,60
			62,5	16,52	61,2	15,44	81,1	20,30	62,2		59,7	12,22
			m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=	m=
			61,3	15,34	63,0	14,66	78,8	18,36	61,2	13,61	57,6	13,41
		+1,2	+1,18	+0,30	+0,78	+2,6	+1,43	+1,00		+2,1	+1,19	

Tableau 14

EVOLUTION DE LA TENEUR EN ABUT
(mg/100g DE CHAIR) DE LA CREVETTE AU COURS
DE LA REFRIGERATION A +5°C
(RESULTATS OBTENUS PAR LA METHODE
DE BILLON, 1976)

Gr Jo	EN - NI	EN-I1KGY	EN-I1,5KGY	ET-BL-NI	ET-BL-I1KGY	ET-BL-I1,5KGY
0	15,70 17,20 m= 16,40 + 0,75	14,80 15,80 m= 15,30 + 0,50	13,90 11,90 m= 12,90 + 0,10	13,10 12,50 m= 12,80 + 0,30	15,20 15,60 m= 15,40 + 0,20	14,30 13,20 m= 13,70 + 0,55
2	28,20 30,80 m= 29,50 + 1,30	23,20 22,20 m= 22,70 + 0,50	26,40 25,20 m= 25,80 + 0,60	19,30 18,10 m= 18,70 + 0,60	18,90 19,90 m= 19,40 + 0,50	20,90 22,00 m= 21,40 + 0,55
5	139,10 157,80 m=148,40 + 9,35	31,80 31,60 m= 31,70 + 0,09	37,60 34,00 m= 35,80 + 1,80	31,70 29,20 m= 30,40 + 1,25	27,80 28,80 m= 28,30 + 0,50	19,60 21,60 m= 20,60 + 1,00
7		33,70 37,60 m= 35,60 + 1,95	36,60 35,80 m= 36,20 + 0,40	39,60 36,80 m= 38,20 + 1,40	37,20 m=37,20	33,20 35,70 m= 34,40 + 1,25
9		47,90 49,60 m= 48,70 + 0,85	39,40 41,20 m= 40,30 + 0,90	57,00 53,60 m= 60,30 + 3,30	41,20 43,80 m=42,50 + 1,30	39,60 43,00 m= 41,30 + 1,70
12		111,20 121,40 m=116,30 + 5,10	96,20 103,40 m= 99,30 + 3,60	133,10 129,00 m=131,00 + 2,05	89,60 93,00 m = 91,30 + 1,70	82,20 79,60 m= 80,90 + 1,30

Tableau 15

EVOLUTION DE LA TENEUR EN ABUT (mg/100g DE CHAIR) DE LA CREVETTE
 AU COURS DE LA REFRIGERATION A +5°C (MOYENNES DES DEUX METHODES UTILISEES)

Gr	EN - NI	EN-11,5KGV	ET-BL-NI	ET-BL-11,5KGV
0	15,70 17,20 18,40 19,60 m = 17,72 + 2,70	13,90 11,90 20,60 19,00 m = 16,35 + 3,22	13,10 12,50 19,00 20,20 m = 16,2 + 3,19	14,30 13,20 18,20 m = 15,23 + 4,37
2	20,20 30,80 36,40 33,10 m = 23,85 + 8,80	23,20 22,20 24,80 28,10 m = 24,57 + 2,23	19,30 18,10 26,40 26,00 m = 22,45 + 3,77	20,90 22,00 23,10 22,90 m = 22,22 + 0,87
5	130,10 157,80 137,60 149,40 m = 145,97 + 8,03	31,80 31,60 28,80 29,20 m = 30,35 + 1,36	31,70 29,20 35,60 m = 32,16 + 1,99	19,60 21,60 32,60 30,10 m = 25,97 + 5,55
7	33,70 37,60 27,20 26,90 m = 31,35 + 4,52	36,60 35,80 38,40 37,40 m = 37,05 + 0,96	39,60 36,80 33,90 33,00 m = 35,82 + 2,59	33,20 35,70 27,60 28,60 m = 31,27 + 3,31
9	47,90 49,60 36,80 38,10 m = 43,10 + 5,69	39,40 41,20 29,60 32,10 m = 35,57 + 4,84	57,00 53,60 47,70 49,00 m = 54,32 + 6,42	39,60 43,00 32,40 33,60 m = 37,15 + 4,34
12	111,20 121,40 60,10 62,50 m = 88,80 + 27,74	95,20 103,40 61,80 61,20 m = 80,65 + 19,31	133,10 129,00 76,20 81,40 m = 104,92 + 25,20	82,20 79,60 55,50 59,70 m = 69,25 + 11,78

TABLEAU 16

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ENTIERE NON IRRADIEE PAR L'UTILISATION DU
TESTE DE STUDENT

Tableau A : FR-J2

PARAMETRES	T.THEORIQUE	T.CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	3,71	6,46	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	31,05	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	25,37	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	29,85	2	1 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	2,45	1,15	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,62	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau B : J2-J5

PARAMETRES	T.THEORIQUE	T.CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	3,71	11,86	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	30,66	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	14,28	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	8,99	2	1 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	3,71	17,65	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
Pr.T	4,60	3,93	4	1 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 17

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ENTIERE IRRADIEE A 1KGY PAR L'UTILISATION DU
TESTE DE STUDENT

Tableau A : FR-J2

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	3,17	6	1 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	19,79	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	22,07	6	1 %	$T_e > t_e$ DS
TMA	4,30	1,49	2	5 %	$T_e < t_e$ DNS
ABUT	3,71	3,67	6	1 %	$T_e < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	1,77	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau B : J2-J5

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	10,93	6	1 %	$T_e > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	22,10	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	13,16	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	2,26	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	3,71	3,83	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
Pr.T	2,78	1,69	4	5 %	$T_e < t_e$ DNS

Tableau C : J5 - J7

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	4,74	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	33,95	8	1 %	$T_e > t_e$ DS
PH	3,71	12,47	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	10,06	2	1 %	$T_e > t_e$ DS
ABUT	2,45	0,37	6	5 %	$T_e < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	1,01	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau D : J7-J9

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	1,29	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	29,87	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	25,72	6	5 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	0,78	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	3,71	2,80	6	1 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,14	4	5 %	$T_e < t_e$ DNS

Tableau E : J9 - J12

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	5,30	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	18,21	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	31,84	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	6,70	2	1 %	$T_e > t_e$ DS
ABUT	3,45	3,79	6	5 %	$T_e > t_e$ DS
Pr.T	2,78	3,35	4	5 %	$T_e > t_e$ DS

TABLEAU 18

**COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ENTIERE IRRADIEE A 1,5 KGY PAR L'UTILISATION DU
TESTE DE STUDENT**

Tableau A : FR-J2

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	1,27	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	14,90	8	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	51,68	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	4,30	5,62	2	5 %	$T_c > t_c$ DS
ABUT	3,71	5,23	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
Pr.T	2,78	1,44	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

Tableau B : J2-J5

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	5,76	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
FLORE TOTALE	3,36	17,19	8	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	5,16	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	4,30	4,57	2	5 %	$T_c > t_c$ DS
ABUT	3,71	7,11	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
Pr.T	2,78	0,84	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

Tableau C : J5 - J7

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	3,69	6	1 %	$T_c < t_c$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	45,30	8	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	10,07	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	4,30	0,53	2	5 %	$T_c < t_c$ DNS
ABUT	2,45	0,40	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
Pr.T	2,78	1,82	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

Tableau D : J7-J9

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	1,12	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	15,17	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	22,86	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	5,13	2	5 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	2,45	0,52	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	4,60	4,37	4	1 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau E : J9 - J12

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	5,13	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	11,19	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	53,89	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	14,76	2	1 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	3,71	3,92	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
Pr.T	2,78	2,58	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 19

**COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ETETEE BLANCHIE NON IRRADIEE PAR L'UTILISATION DU
TESTE DE STUDENT**

Tableau A : FR-J2

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	0,06	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	13,92	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	24,36	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	12,76	2	1 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	2,45	2,19	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	1,25	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau B : J2-J5

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	4,08	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	42,97	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	13,52	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	63,50	2	1 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	3,71	3,94	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
Pr.T	2,78	1,80	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau C : J5 - J7

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	5,05	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	23,19	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	5,74	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	12,71	4,61	1	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	2,45	1,94	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	0,94	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau D : J7-J9

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	3,81	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	47,79	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	3,22	6	1 %	$T_c < t_e$ DNS
TMA	12,71	37,83	1	5 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	4,60	4,62	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
Pr.T	2,78	2,35	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau E : J9 - J12

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	7,70	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	2,31	1,43	8	5 %	$T_c < t_e$ DNS
PH	3,71	25,18	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	8,00	2	1 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	3,71	3,37	6	1 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	4,60	3,69	4	1 %	$T_c > t_e$ DS

TABLEAU 20

**COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ETETEE BLANCHIE IRRADIEE A 1 KGY PAR L'UTILISATION
DU TESTE DE STUDENT**

Tableau A : ER-J2

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	0,13	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	27,90	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	2,45	1,63	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
TMA	9,92	20,82	2	1 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	2,45	1,99	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	4,60	3,82	4	1 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau B : J2-J5

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	2,17	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	7,39	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	12,99	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	4,24	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	3,71	3,21	6	1 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,76	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau C : J5 - J7

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	4,48	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	18,29	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	17,96	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	0,86	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	3,71	4,35	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
Pr.T	4,60	8,60	4	1 %	$T_c < t_e$ DS

Tableau D : J7-J9

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	3,83	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
FLORE TOTALE	3,36	0,09	0	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	25,56	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	12,71	0,46	1	5 %	$T_c < t_c$ DNS
ABUT	2,45	0,63	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
Pr.T	2,70	1,50	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

Tableau E : J9 - J12

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	6,53	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
FLORE TOTALE	3,36	13,50	0	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	14,79	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	63,66	80,02	1	1 %	$T_c > t_c$ DS
ABUT	3,71	4,16	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
Pr.T	2,78	2,48	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

TABLEAU 21

**COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ETETEE BLANCHIE IRRADIEE A 1,5 KGY PAR L'UTILISATION
DU TESTE DE STUDENT**

Tableau A : FR-J2

PARAMETRES	T: THEORIQUE	T: CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	0,20	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	30,61	8	1 %	$T_e > t_e$ DS
PH	2,45	2,77	6	5 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	9,92	13,49	2	1 %	$T_e \gg t_e$ DS
ABUT	4,03	4,07	6	5 %	$T_c > t_c$ DS
Pr.T	2,78	2,95	4	5 %	$T_c > t_c$ DS

Tableau B : J2-J5

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	2,08	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	6,87	8	1 %	$T_e \gg t_e$ DS
PH	3,71	16,82	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	9,92	8,60	2	1 %	$T_c < t_c$ DNS
ABUT	2,45	1,16	6	5 %	$T_e \ll t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,65	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

Tableau C : J5 - J7

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	6,90	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
FLORE TOTALE	3,36	14,80	8	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	3,29	6	1 %	$T_c < t_c$ DNS
TMA	4,30	1,92	2	5 %	$T_e \ll t_e$ DNS
ABUT	2,45	1,42	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
Pr.T	4,60	9,31	4	1 %	$T_c > t_c$ DS

Tableau D : J7-J9

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	1,05	6	5 %	$T_e < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	4,77	8	1 %	$T_e > t_e$ DS
PH	3,71	47,25	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	1,28	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	2,45	1,86	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,33	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

Tableau E : J9 - J12

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	3,71	5,44	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	9,65	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	24,98	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	8,04	2	1 %	$T_e < t_e$ DNS
ABUT	3,71	4,43	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
Pr.T	2,78	1,59	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 22

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ENTIERE NON IRRADIEE ET DE LA CREVETTE ENTIERE IRRADIEE
A 1 KGY PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : FR

PARAMETRES	T.THEORIQUE	T.CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	2,42	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	15,18	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	2,45	0,65	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
TMA	4,30	3,37	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	2,45	0,51	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	1,09	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 23

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ENTIERE IRRADIEE A 1 KGY ET DE LA CREVETTE ENTIERE IRRADIEE
A 1,5 KGY PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : FR

PARAMETRES	T.THEORIQUE	T.CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	1,87	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	2,31	2,27	8	5 %	$T_c < t_e$ DNS
PH	2,45	1,26	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
TMA	4,30	1,94	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	2,45	0,08	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	4,60	9,00	4	1 %	$T_c > t_e$ DS

TABLEAU 24

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-NI ET DE LA CREVETTE ET-BL-I1 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : FR

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	1,00	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	11,28	8	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	2,45	6	1 %	$T_c < t_c$ DNS
TMA	4,30	1,52	2	5 %	$T_c < t_c$ DNS
ABUT	2,45	0,71	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
Pr.T	2,78	0,90	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

TABLEAU 25

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-I 1 KGY ET DE LA CREVETTE ET-BL-I 1,5 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : FR

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	0,23	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
FLORE TOTALE	2,31	0,56	8	5 %	$T_c < t_c$ DNS
PH	2,45	1,38	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
TMA	4,30	0,99	2	5 %	$T_c < t_c$ DNS
ABUT	2,57	0,50	5	5 %	$T_c < t_c$ DNS
Pr.T	2,78	1,05	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

TABLEAU 26

**COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
EN-11 ET DE LA CREVETTE EN-I 1 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT**

Tableau A : J2

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	3,71	15,5	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
FLORE TOTALE	3,36	30,88	8	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	11,98	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	9,92	14,60	2	1 %	$T_e > t_e$ DS
ABUT	2,45	0,14	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
Pr.T	2,78	0,71	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

TABLEAU 27

**COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
EN-11 KGY ET DE LA CREVETTE EN-I 1,5 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT**

Tableau A : J2

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	0,28	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
FLORE TOTALE	2,31	1,78	8	5 %	$T_c < t_c$ DNS
PH	2,45	0	6	5 %	$T_e < t_e$ DNS
TMA	4,30	0,48	2	5 %	$T_e < t_e$ DNS
ABUT	2,45	1,45	6	5 %	$T_e < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	0,21	4	5 %	$T_e < t_e$ DNS

TABLEAU 28

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-NI ET DE LA CREVETTE ET-BL-I 1 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : J2

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	0,61	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	13,70	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	21,38	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	15,68	2	1 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	2,45	0,11	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	0,61	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 29

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-I 1 KGY ET DE LA CREVETTE ET-BL-I 1,5 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : J2

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	0,23	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	4,97	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	2,45	2,06	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
TMA	4,30	0,37	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	2,45	0,29	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	0,84	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
EN-NI ET DE LA CREVETTE EN-I 1 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : J5

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	3,71	5,59	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	31,64	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	25,08	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	10,73	2	1 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	3,71	24,59	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
Pr.T	2,78	2,92	4	5 %	$T_c > t_e$ DS

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
EN-I 1 KGY ET DE LA CREVETTE EN-I 1,5 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : J5

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	0,53	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	2,31	2,36	8	5 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	4,65	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	3,56	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	3,71	4,56	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
Pr.T	2,78	0,13	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 32

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-NI ET DE LA CREVETTE ET-BL-I 1 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : J5

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	1,38	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	45,41	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	9,01	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	2,03	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	2,45	0,70	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	1,86	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 33

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-I 1 KGY ET DE LA CREVETTE ET-BL-I 1,5 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : J5

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	0,71	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	2,31	0,15	8	5 %	$T_c < t_e$ DNS
PH	2,45	2,63	6	5 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	0,56	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	2,45	1,38	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	0,69	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 34

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
EN-I 1 KGY ET DE LA CREVETTE EN-I 1,5 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : J7

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	0,27	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	2,31	1,17	8	5 %	$T_c < t_e$ DNS
PH	3,71	5,19	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	6,63	2	5 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	2,45	2,14	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	0,17	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 35

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-NI ET DE LA CREVETTE ET-BL-I 1 KGY
PAR L'UTILISATION DU TESTE DE STUDENT

Tableau A : J7

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	2,06	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	25,46	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	4,69	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	12,71	0,12	1	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	2,57	1,05	5	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	0,18	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 36

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-I1 KGY ET DE LA CREVETTE ET-BL-I1,5 KGY

Tableau A : J7

PARAMETRES	T.THEORIQUE	T.CALCULE	ddl	F	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	1,10	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	5,29	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	13,86	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	4,30	1,80	2	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	3,71	3,19	6	1 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,41	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 37

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
EN-I1 KGY ET DE LA CREVETTE EN-I 1,5 KGY
PAR L'UTILISATION DU TEST DE STUDENT

Tableau A : J9

PARAMETRES	T.THEORIQUE	T.CALCULE	ddl	F	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP-TIQUE	2,45	0,54	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	3,91	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	14,89	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	9,92	25,81	2	1 %	$T_c > t_e$ DS
ABUI	2,45	1,74	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,61	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

TABLEAU 38

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
 BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
 ET-BL-NI ET DE LA CREVETTE ET-BL-I 1 KGY
 PAR L'UTILISATION DU TEST DE STUDENT

Tableau A : J9

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	3,71	5,60	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
FLORE TOTALE	3,36	49,08	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	6,94	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	12,71	20,75	1	5 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	3,71	3,60	6	1 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,81	4	5 %	$T_c > t_e$ DS

TABLEAU 39

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
 BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
 ET-BL-I1 KGY ET DE LA CREVETTE ET-BL-I1,5 KGY
 PAR L'UTILISATION DU TEST DE STUDENT

Tableau A : J9

PARAMETRES	T. THEORIQUE	T. CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	1,87	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	3,45	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	4,93	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA	12,71	3,01	1	5 %	$T_c < t_e$ DNS
ABUT	2,45	0,49	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,08	4	5 %	$T_c < t_e$ DNS

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
 BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
 EN-I1 KGY ET DE LA CREVETTE EN-I1,5 KGY
 PAR L'UTILISATION DU TEST DE STUDENT

Tableau A : J12

PARAMETRES	T.THEORIQUE	T.CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	1,53	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	3,50	8	1 %	$T_c > t_e$ DS
PH	3,71	5,20	6	1 %	$T_c > t_e$ DS
TMA'	4,30	0,48	2	5 %	$T_c > t_e$ DS
ABUT	2,45	0,42	6	5 %	$T_c < t_e$ DNS
Pr.T	2,78	2,93	4	5 %	$T_c > t_e$ DS

TABLEAU 41

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-NI ET DE LA CREVETTE ET-BL-I1KGY PAR
L'UTILISATION DU TEST DE STUDENT

Tableau A : J 12

PARAMETRES	T.THEORIQUE	T.CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	3,71	4,44	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
FLORE TOTALE	3,36	44,35	8	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	55,48	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	12,71	3,60	1	5 %	$T_c < t_c$ DNS
ABUT	2,45	1,67	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
Pr.T	4,60	5,37	4	1 %	$T_c > t_c$ DS

TABLEAU 42

COMPARAISON DES MOYENNES DES VALEURS DES PARAMETRES
BIOCHIMIQUES ET MICROBIOLOGIQUES DE LA CREVETTE
ET-BL-I1KGY ET DE LA CREVETTE ET-BL-I1,5KGY
PAR L'UTILISATION DU TEST DE STUDENT

Tableau A : J 12

PARAMETRES	T.THEORIQUE	T.CALCULE	ddl	P	OBSERVATIONS
EXAMEN ORGANOLEP- TIQUE	2,45	1,55	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
FLORE TOTALE	3,36	9,10	8	1 %	$T_c > t_c$ DS
PH	3,71	9,13	6	1 %	$T_c > t_c$ DS
TMA	4,30	0,16	2	5 %	$T_c < t_c$ DNS
ABUT	2,45	0,63	6	5 %	$T_c < t_c$ DNS
Pr.T	2,78	0,10	4	5 %	$T_c < t_c$ DNS

ANNEXE II
REACTIFS ET MILIEUX DE CULTURE

REACTIFS

ABVT ET TMA (METHODE DE CONWAY)

- Solution d'acide trichloracétique à 20 % (m/v)
- Solution d'acide borique à 1 % (m/v):
 - .Dissoudre 10 g d'acide borique dans 200 ml d'alcool éthylique à 90 % et 700 ml d'eau distillée .
 - .Ajouter 10 ml d'un indicateur coloré préparé comme suit:
 - 33 mg de vert de bromocrésol et 66 mg de rouge de méthyl sont dissous dans une quantité suffisante pour 100 ml d'alcool éthylique à 95 % ; on remarquera que ce réactif se conserve indéfiniment.
 - .Obtenir avec addition d'une petite quantité de solution alcaline (soude diluée) le virage au rouge faible .
- Solution saturée de carbonate de potassium 112 % (m/v) .
- Solution de formol à 40 % (v/v) neutralisée par de l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine .
- Acide chlorhydrique ,solution 0,014 N .
- Vaseline .

- AZOTE TOTAL (METHODE DE KJELDAHL)

- Acide sulfurique 36 N .
- Eau oxygénée .
- Cataliseur :
 - .100 g de sulfate de potassium , 10 g de sulfate de cuivre , et 1 g de sélénium .
- Solution d'hydroxyde de sodium à 40 % (m/v) .
- Solution d'acide borique à 2 % (m/v) .
- Indicateur mixte : rouge de méthyle et bleu de méthylène .
- Solution d'acide sulfurique .

ABVT (METHODE DE BILLON et coll ,1978)

- Solution d'acide trichloracétique à 7,5 % (m/v) .
- Acide sulfurique 0,1 N .
- Solution d'acide borique à 2 % :
 .Porter 20 grammes d'acide borique dans 500 ml d'eau distillée , chauffer jusqu'à complète dissolution , après refroidissement complet à 500 ml avec de l'eau distillée , ajouter 2 ml de rouge de méthyl-vert bromocrésol (1 partie de méthyle alcoolique à 0,2 % avec 5 parties de vert de bromocrésol alcoolique à 0,2 %) .
- Solution de soude à 10 % .

MILIEUX DE CULTURES (MARCHAL et coll , 1987)

GELOSES:

GELOSE NUTRITIVE (G.N):

La gélose n'est qu'un bouillon nutritif solidifié par addition d'agar-agar .

MILIEU:

- Macération de viande (ou eau distillée et extrait de viande q.s.)
1 litre .
- Peptone tryptique15 g .
- NaCl ou KCl5 g .
- Agar-agar15 à 20 g .

GELOSE TRYPTONNEE GLUCOSEE A L'EXTRAIT DE LEVURE (T.G.E.A):

Formule du milieu (en gramme par litre d'eau distillée):

- Extrait de viande3 g .
- Peptone tryptique de caseïne soja...5 g .
- Extrait de levure.....1 g .

A N N E X E I I I

- Glucose.....1 g .
- Agar-agar... ..20 g .
- Eau distillée.....1000 g .

- GELOSE GLUCOSEE, BILIEE AU CRISTAL VIOLET ET ROUGE NEUTRE (V.R.B.G):

.Utilisée pour le dénombrement des entérobactéries dans les produits laitiers et autres denrées alimentaires .
 .Elle inhibe la croissance des bactéries Gram(+) et pratiquement celles d'autres bactéries Gram(-) .

.Formule (en g/l d'eau distillée):

- Peptone bactériologique.....7 g .
- Extrait de levure.....5 g .
- Chlorure de sodium.....5 g .
- Sels biliaires.....0,5 g .
- Rouge neutre.....0,03 g .
- Cristal violet.....0,002 g .
- Agar-agar.....11 g .

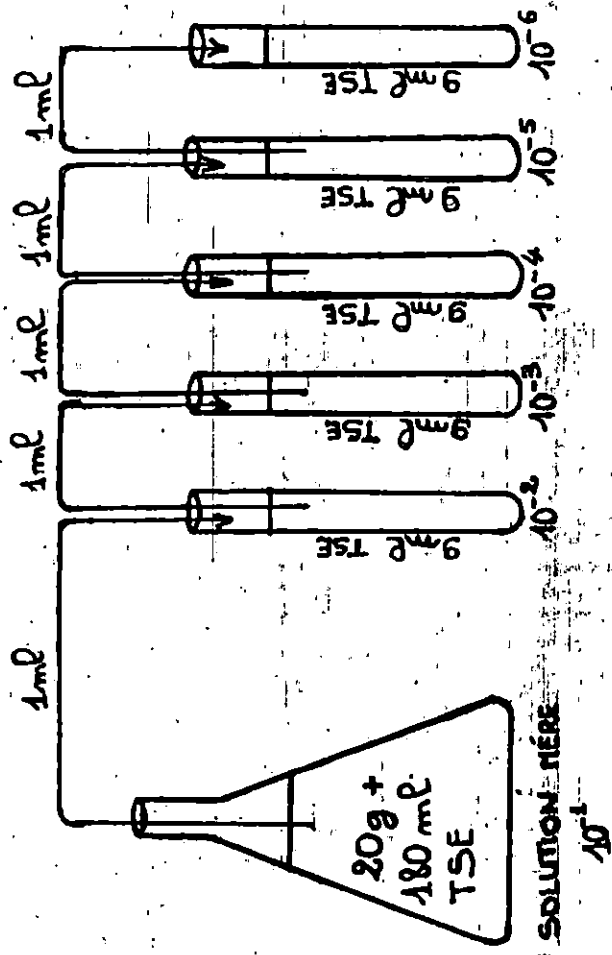
- GELOSE GLUCOSEE A L'OXYTETRACYCLINE (O.G.A):

.Utilisée pour la recherche et le dénombrement des levures et des moisissures dans les produits alimentaires .

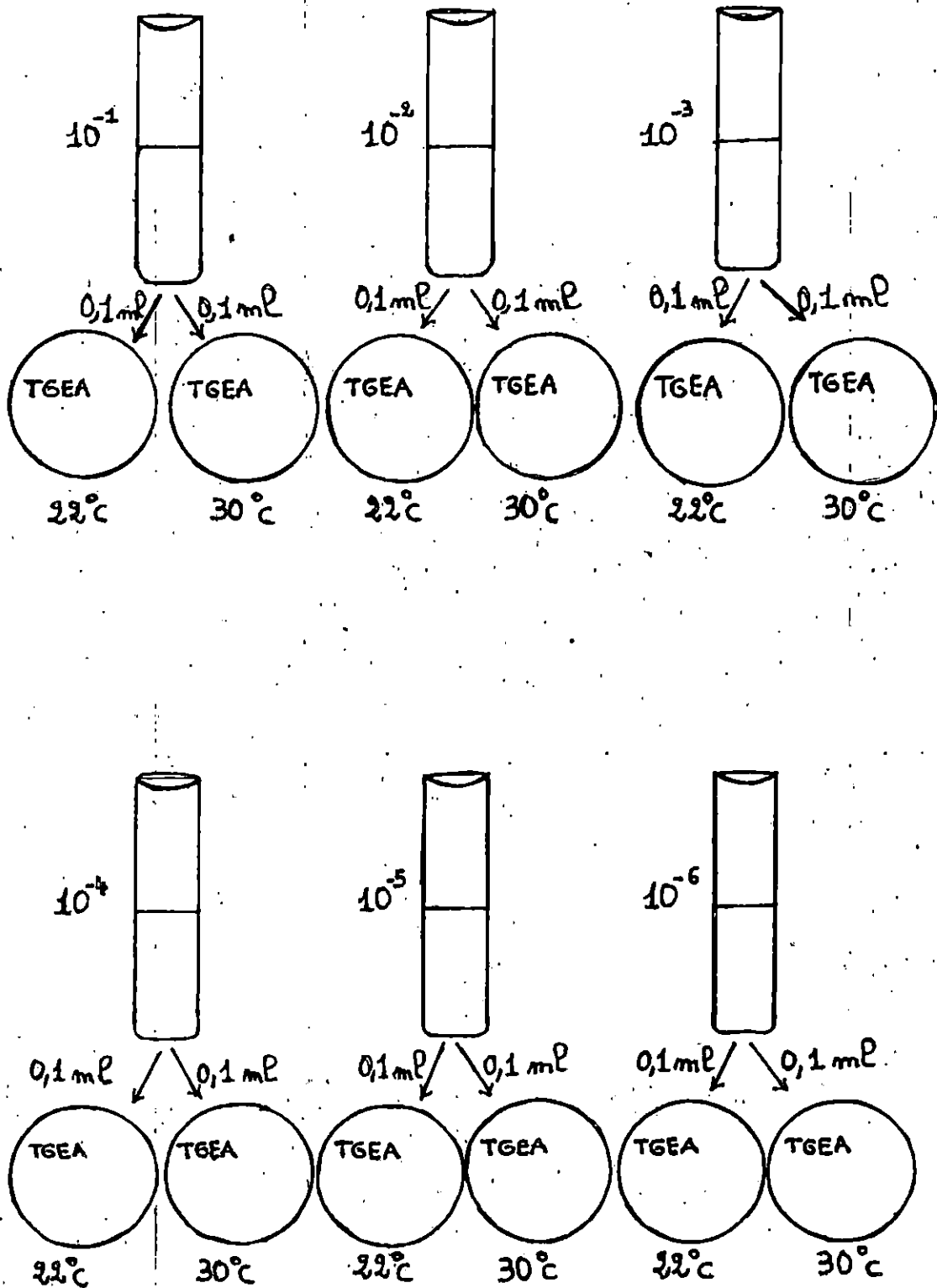
.Formule (en g/l d'eau distillée):

- Extrait de levure.....5 g .
- Glucose.....20 g .
- Agar-agar.....16 g .

Figure 3 : Technique de préparation
des dilutions décimales de l'échantillon



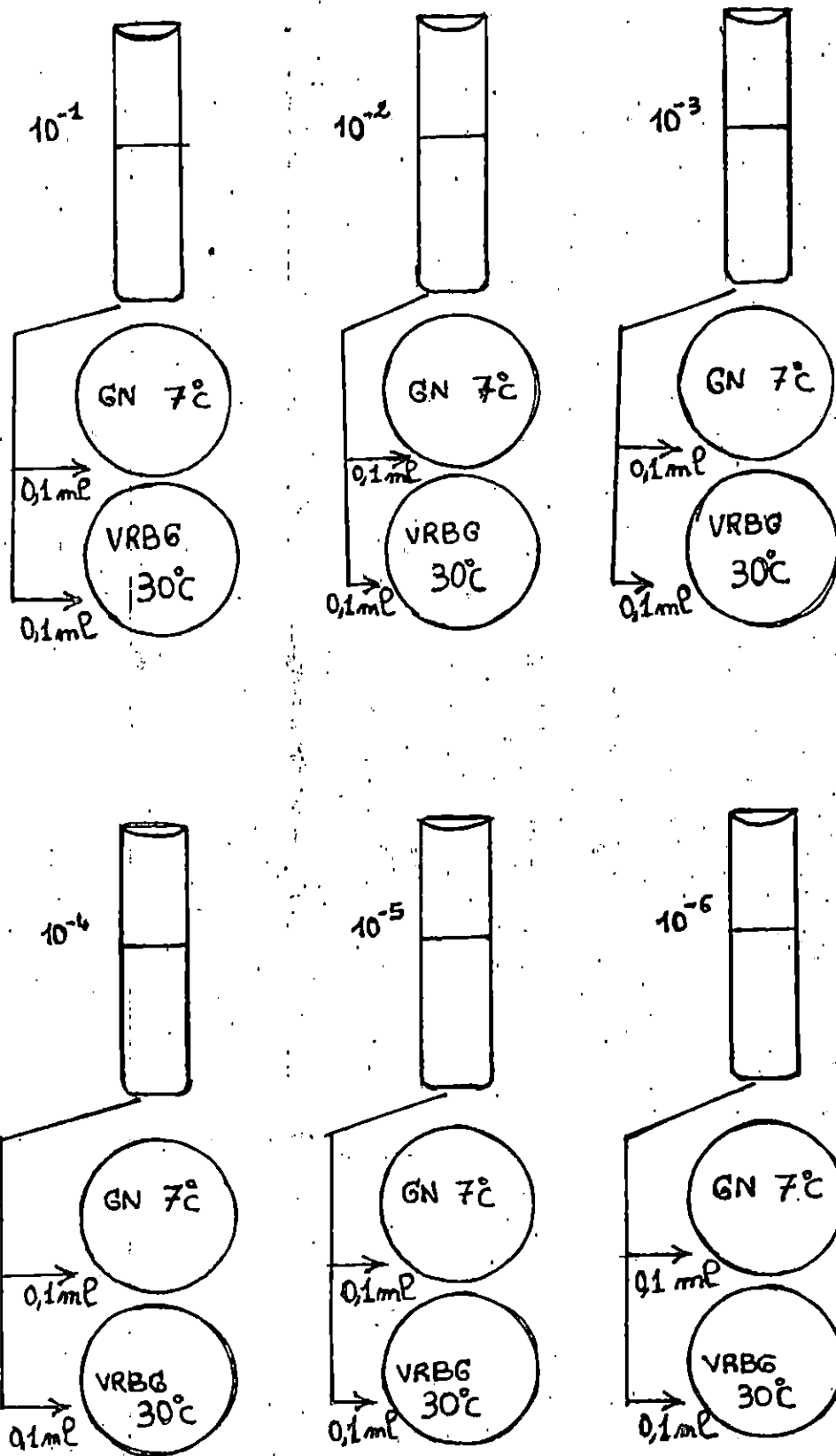
→ ENSEMENCEMENT
→ INCUBATION → LECTURE



LECTURE DU NOMBRE DE COLONIES APRÈS 24, 48, et 72 heures
D'INCUBATION A 22°C ET 30°C.

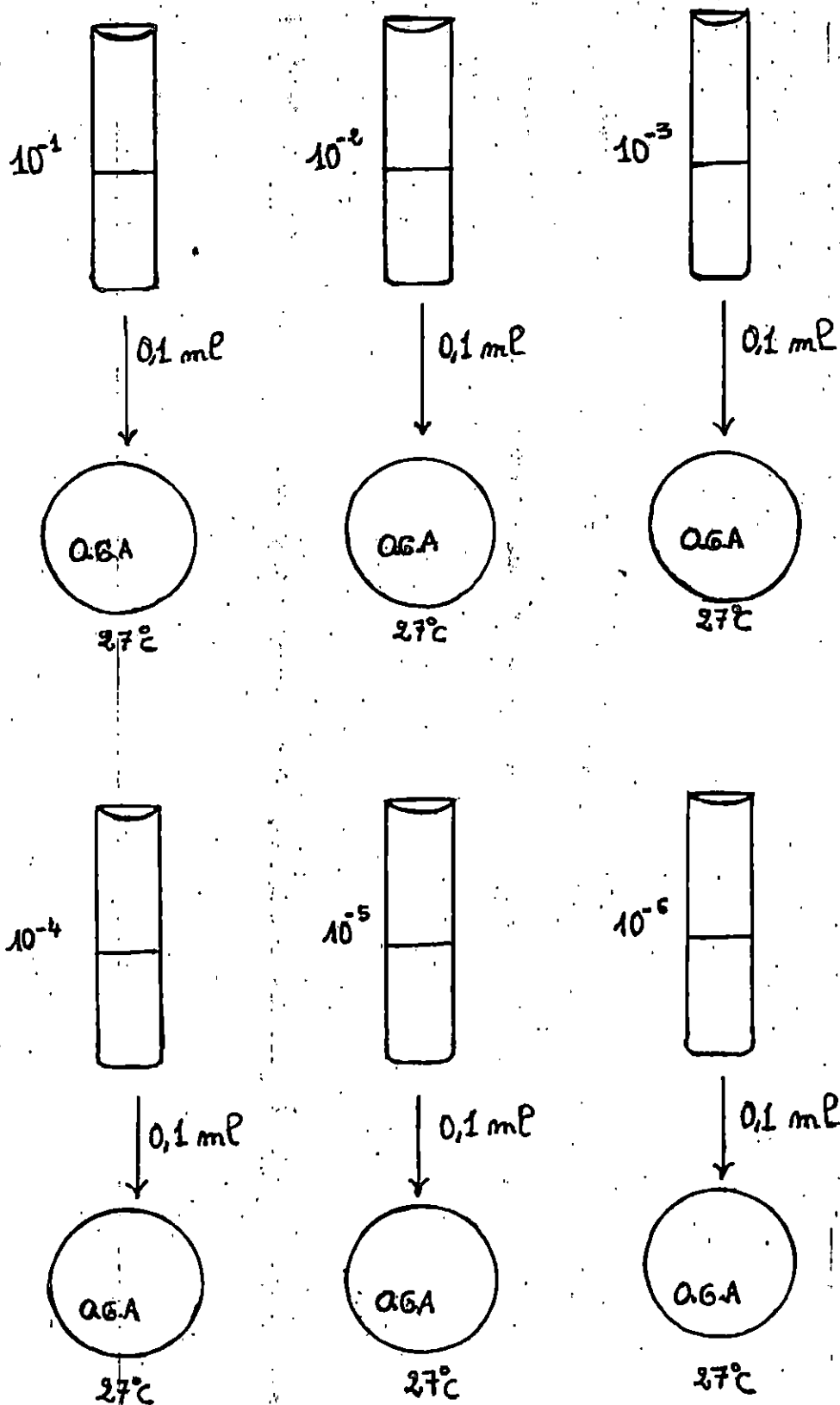
Figure 5 : DÉNOMBREMENT DES GERMES PSYCHROPHILES
ET DES ENTEROBACTÉRIES TOTALES.

157



LECTURE DU NOMBRE DE COLONIES APRÈS 7 JOURS ET
24 HEURES D'INCUBATION A 7°C ET 30°C.

Figure 6 : DÉNOMBREMENT DES MOISSURES



LECTURE DU NOMBRE DE COLONIES APRÈS
5 JOURS D'INCUBATION A 27°C.

- Les normes retenues pour les crustacés (Denoves, 1984) sont :
- Flore aérobie mésophile : $\leq 10^3$ / gr.
 - Coliformes fécaux : ≤ 1 / gr.
 - Anaérobies sulfito-réducteurs ≤ 2 / gr.
 - Salmonella : Absence dans 25 gr.