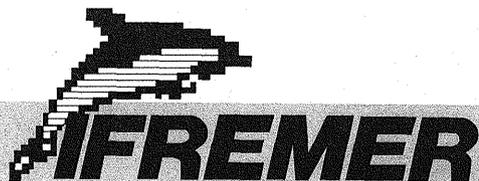


**Essais préliminaires de salage/séchage**  
**par**  
**Déshydratation Imprégnation Immersion**

**Application à des espèces tropicales**

**Juin 1993**

**Laboratoire Génie Alimentaire**  
**C.KNOCKAERT**  
**F.KNOCKAERT**



La Déshydratation Imprégnation par Immersion est une méthode de déshydratation employée actuellement pour des légumes et des fruits (exemple : "Apérifruits").

Le CIRAD-SAR\* (Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) et l'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer) ont développé en collaboration un programme de recherche en vue d'appliquer la DII aux poissons.

D'une part dans le cadre du fumage, avec pour objectif de réduire les temps de séchage et de salage (étapes préalables au fumage), mais également pour les opérations de salage/séchage uniquement type "morue".

\*CIRAD-SAR : 73, Rue J.F. BRETON - 34 000 MONTPELLIER

## **CONTEXTE**

La valorisation des produits de la mer dans les Départements et Territoires d'Outre-mer doit faire appel à des technologies simples compte tenu de l'éloignement de la Métropole rendant difficile la maintenance du matériel élaboré. D'autre part, ces régions sont traditionnellement consommatrices de produits complètement stabilisés par la méthode de transformation, ne nécessitant pas ainsi d'emballage de protection participant à la conservation (cas de conserves ou semi-conserves) : le salage suivi d'un séchage est un procédé qui dans certaines conditions peut permettre de conserver à température ambiante les produits de la mer.

## **PRINCIPES D'ACTION**

### **1 – Salage :**

Le salage contribue à éliminer une partie de l'eau de constitution. Le passage de l'eau de l'intérieur des tissus du poisson vers l'extérieur, sous l'influence d'une solution salée concentrée, se produit par osmose. Le sel deshydrate à la fois le poisson et les bactéries elles-mêmes. Le sel sélectionne les flores en fonction de l'activité de l'eau, inhibe la multiplication de la plupart des bactéries intervenant dans l'altération, mais favorise la croissance des halophiles. A partir de 5 % de concentration dans le poisson, il inhibe presque toutes les bactéries anaérobies et ralentit la croissance des bactéries aérobies. Au-delà de 12 à 13 % la plupart des bactéries sont inhibées détruites sauf certaines bactéries halophiles.

### **2 – Séchage :**

Le séchage a pour but de réduire la teneur en eau afin de favoriser la conservation du produit ayant préalablement subi un salage.

Cette eau est un vecteur de contamination diverses et intervient dans les réactions de dégradation du produit (bactériologiques, chimiques et biochimique). Il est donc nécessaire de deshydrater partiellement le produit pour le stabiliser, en otant une partie de l'eau dite "libre".

## **METHODES TRADITIONNELLES**

**Salage** : Les poissons ou les filets sont soigneusement lavés et toute trace de sang doit être éliminée. Ils sont ensuite empilés sur des couches de gros sel de mer et stockés dans un local frais (la température ne devant pas dépasser 20°C).

Le salage peut durer de 8 à 10 jours selon la taille du poisson.

Le sel utilisé doit renfermer le moins possible d'impuretés calciques et magnésiques.

### **Séchage :**

Deux types de produit sont préparés : la morue "verte" avec 50 % de son poids en eau et la morue séchée avec environ 38 %.

Un séchage correct n'est réalisable qu'à condition de contrôler la température, l'hygrométrie et la ventilation.

Sans la maîtrise de ces trois paramètres, les temps de séchage peuvent être très longs, en fonction des conditions climatiques (régions humides). L'évaporation peut se produire à n'importe quelle température supérieure au point de congélation, mais elle n'est réalisable que si l'atmosphère ambiante n'est pas déjà trop chargée en vapeur d'eau, à la température choisie. En effet, les tissus du poisson tendent à céder de l'eau jusqu'à l'équilibre avec le milieu. Si l'ambiance est déjà très humide, le séchage devient irréalisable. Le séchage dure 25 à 30 heures pour les petites tailles < 1 kg. Sur les grosses tailles ( $\geq 2$  kg) la durée du séchage peut être de 60 heures et plus, avec alternance de pressage.

Selon le type de séchoir la température du process varie de 30 à 40 °C. La vitesse d'air doit être de 2 m/s et une hygrométrie ambiante de 50 %.

### **Conditionnement :**

Le poisson séché doit être protégé contre la contamination bactérienne et fongique, ainsi que l'infestation par les insectes (peu à craindre sur le poisson séché fortement salé).

Un emballage du type caisse en carton paraffiné convient pour une livraison en lot. L'emballage individuel de filet peut être un sac de plastique ajouré.

## **ESSAIS AVEC UN PROCEDE NOUVEAU :**

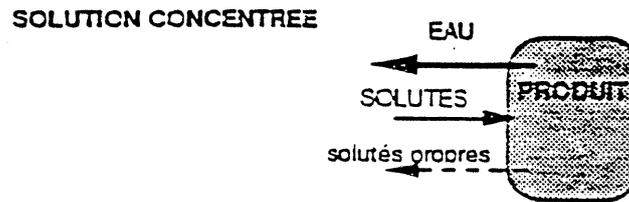
### **la Déshydratation Imprégnation par Immersion**

#### **Définition de l'opération**

La DII est un procédé basé sur la mise en contact d'un produit (entier ou découpé) avec des solutions concentrées (sucre, sel... (PONTING, 1973). Il se produit alors des transferts de matière croisés et interactifs (HAWKES et FLINCK, 1978) :

- Une sortie d'eau du produit vers la solution
- Une entrée de solutés de la solution concentrée vers le produit.
- Une fuite des solutés propres (PONTING, 1973).

Traditionnellement, la DII a été utilisée pour l'imprégnation de produits (confisage). Des travaux récents ont montré qu'une bonne maîtrise des transferts et un bon contrôle des conditions exploratoires permet de favoriser soit la déshydratation, soit l'imprégnation (GUILBERT et RAOULT-WACK A.L., 1990).



Représentation schématique des transferts en DII

Figure 1

Un traitement complémentaire (séchage final, dans le cas présent) est nécessaire car la DII ne donne généralement pas des produits stables. Par contre les qualités organoleptiques des produits finis sont bonnes, en effet dans le cas de fruits, la détérioration de l'arôme et de la couleur est faible.

### Mécanismes de transfert

Ce sont des phénomènes osmotiques et diffusifs qui régissent les échanges dans les structures tissulaires.

Le salage du poisson se caractérise par deux phases d'échange : une phase rapide de pénétration du sel dans le poisson et à vitesse décroissante une phase où la pénétration du sel est faible.

La cinétique du salage est étroitement liée à la température et à la teneur en graisse du poisson.

#### *\*La température*

En général, plus la température de salage est élevée, plus la pénétration du sel est rapide, car il y a moins d'eau liée aux protéines. Pourtant son augmentation afin d'accélérer le salage est limitée, car elle aurait des conséquences néfastes sur la qualité bactériologique du produit fini.

#### *\* La teneur en graisse*

La teneur en graisse varie en sens inverse de la teneur en eau. Donc plus la teneur en graisse sera élevée, moins il y aura d'échanges osmotiques, le poisson contenant peu d'eau, avec pour conséquence de faibles gains en sel.

Il faut noter que les teneurs en graisses d'un poisson varient selon l'espèce, la nature du muscle et la saison de pêche.

## ETUDE TECHNIQUE

### Matière première :

Des poissons de la Martinique et de la Guyane ont été réceptionnés à l'état congelé, pour la plupart en filets.

Les espèces concernées sont les suivantes :

<b>MARTINIQUE :</b>	.orphies entières .dorade (filet) .bourse (filet) .thazard (filets) .thon entier (2 kg) .petit thon (filet)
<b>GUYANE :</b>	.requin (filet) .requin (sans peau) .croupia (filet) .acoupa rouge (filet) .acoupa aiguille (filet) .carangue (filet) .mérrou (côtes)

## PROCEDE DE TRANSFORMATION

### 1/ Matière première : préparation

Après une durée de 20 jours de stockage au congélateur à - 22°C, les produits ont été décongelés en 12 heures à la température de 12°C en air calme.

Les échantillons ont été lavés et repérés par un marquage individuel. Un prélèvement pour analyse de composition a été effectué sur la matière première.

Le mélange de sel de mer fin épuré et de sucre fin utilisé a été le suivant :

- sucre 20 %
  - sel 80 %
- } homogénéisé à la "girafe"

Le ratio poisson/mélange a été de 2 pour 1.

## 2/ Opération de DII

Les filets ont été placés en couches successives alternant le mélange. Le fond de chaque panier de stockage étant ajouré pour permettre à l'exsudat d'être évacué.

. La durée du stockage à 2°C a été de 7 jours, puis les filets ont été rincés un par un.

. Un prélèvement pour analyse a été effectué à ce stade.

. Les échantillons ont ensuite été séchés dans une cellule à air pulsé selon le procédé suivant :

## 3/ Séchage mécanique

Les paramètres du procédé ont été les suivants :

6 h à 30°C

} \*V air 0,5 m/s – HR = 60 %

6 h à 40°C

\*(HR = Humidité Relative)

\*Pour un séchage mécanique optimisé, une vitesse d'air de 2 m/s est nécessaire avec une HR de 40 à 50 %, mais le pilote utilisé ici ne permet pas de travailler dans ces conditions.

. Après traitement les produits ont été analysés.

## 4/ Conditionnement

.Les filets ont été emballés en sachets sous vide d'air et stockés à + 2°C. Dans la pratique, ce type de conditionnement n'est pas nécessaire, mais dans le cas présent nous n'avons pas encore quantifié l'effet du process de traitement.

## Résultats

La quantité de matière première travaillée représente tout compris (espèces des 2 régions confondues) environ 22,5 kg.

### 1 - Composition chimique de la matière première

Globalement, les espèces concernées sont maigres sans exception. Deux espèces, l'une de Martinique : l'orphie et l'autre de Guyane : le mérrou, présentent un faible taux de graisse supérieur aux autres poissons ( 1 % MG).

Par conséquent, toutes ces espèces ont une teneur en eau élevée comprise en moyenne entre 75 et 80 %.

### 2 - Composition chimique après traitement par DII

#### Déshydratation :

Sur les petites espèces (filets peu épais) la déshydratation peut atteindre 30 % (acoupa aiguille, carangue, bourse). Sur les autres espèces la perte en eau moyenne est de 25 %. Sur les gros filets relativement épais, cette perte est d'environ 17 %.

**Conséquence** ⇒ pour que l'opération soit optimisée, les filets (ou darnes ou autres) ne devront pas dépasser 1,5 cm à 2 cm d'épaisseur.

**Teneur en NaCl** : à ce stade elle est de 14 % à 15 % en moyenne.

Trois espèces n'ont que 9 à 10 % de NaCl. Pour le croupia et le thon, cela s'explique par une déshydratation moindre. Pour l'orphie, la pénétration en sel a été faible, mais la déshydratation élevée : cela s'explique vraisemblablement pour la forme (type anguille) et la présence d'une peau épaisse. Dans ce cas la peau a fait barrière à la pénétration, mais a permis la sortie d'eau du produit.

### 3 - Composition chimique après séchage mécanique

#### Déshydratation :

Pour 8 espèces, la teneur en eau résiduelle est  $\leq 40$  %, ce qui correspond à la morue salée. Pour le reste (6), elle est comprise entre 40 et 50 %.

## **Teneur en NaCl :**

Pour 8 échantillons, la teneur en sel est d'environ 15 % ce qui est inférieur à la morue salée qui se situe entre 20 et 25 %. Pour les 6 autres échantillons cette fourchette se situe entre 10 et 15 %.

## **Observations :**

On distingue 2 types de résultats : une série de produits à 40 % d'eau et 15 % NaCl : il s'agit là d'un résultat qui pourrait être amélioré par le séchage mécanique.

Dans le cas présent les paramètres de traitement n'ont pas été optimisés et l'objectif de 35 % d'eau et 20 % NaCl doit pouvoir être facilement atteint.

Dans le deuxième cas, l'épaisseur des produits n'a pas permis d'atteindre une déshydratation suffisante.

### Dosage des sucres :

Dans tous les cas, l'analyse des glucides totaux ne montre que des traces dans 3 produits : requin, acoupa rouge et mérrou.

Seul le thazard a une teneur en glucides de 1,36 % avec cependant aucune incidence sur le goût.

## **CONCLUSION**

L'utilisation de la DII comme moyen de salage séchage doit permettre de valoriser de nombreuses espèces des caraïbes. Ce procédé simple autorise une rapide stabilisation des produits de la pêche par une pré-transformation immédiate amenant le poisson à une teneur en eau d'environ 40 % et 14 % de NaCl. La deuxième transformation (peut être différée par un stockage intermédiaire au frais) ne nécessitant qu'un matériel simple de séchage faisant appel à l'air chaud (40°C et 2 m/s par exemple).

De ces quelques essais, il apparaît que l'épaisseur des filets ne doit pas dépasser 2 cm (comme c'est le cas en séchage traditionnel).

Il apparaît qu'à l'exception du thon et du mérrou, toutes les espèces transformées dans cet essai présentent un intérêt potentiel certain.

## BIBLIOGRAPHIE

### **BOUVY . M**

Recherche sur la morue salée (1931) – Tome V – Fax 3. N 19  
Revue des travaux de l'Office des Pêches Maritimes.

### **FILLON. R (1924)**

La conservation du poisson par le sel – Ed. Blondel La Rougery.

### **GUILBERT. S et RAOULT-WACK. A.L (1990)**

Séchage partiel des fruits et légumes par immersion dans des solutions concentrées  
IAA – Octobre 90.

### **HAWKS J.D. et FLINK J.M. (1978)**

Osmotic concentration of fruits slices prior to freeze déshydratation,  
J. Food Proc. Pres., vol. 2, p. 265 – 284.

### **RAOULT-WACK. A.L et GUILBERT. S (1990)**

La déshydratation osmotique, les cahiers de l' ENSBANA, 7, p. 171 – 192.

### **SAINCLIVIER M. (1985)**

L'industrie Alimentaire Halieutique – Deuxième volume  
Sciences Agronomiques de Rennes, p. 97 – 162

## Résultats par espèce

- 1 – Tableau de composition de la matière première
- 2 – Récapitulatif des teneurs en NaCl
- 3 – Tableau de composition des produits finis
- 4 – Graphiques des teneurs en eau après les 2 étapes du process.

COMPOSITION		
ESPECES	EAU (%)	M.G (%)
ACOUPA ROUGE	77,8	1,05
CARANGUE	75,4	0,48
PETIT THON	73,4	0,13
BOURSE	78,9	0,14
DORADE	76,2	0,24
PETIT REQUIN	78,8	0,01
THON	71,6	0,11
THAZARD	76,1	0,18
ACOUPA AIGUILLE	80,2	0,14
ORPHIE	73,1	1,46
MEROU	78,5	0,55
CROUPIA	77,5	0,56

1 - Tableau de composition de la matière première

ESPECES	% APRES D.II	% APRES SECHAGE
ACOUPA ROUGE	14,7	13,5
CARANGUE	12,9	14,6
PETIT THON	14,5	15,4
BOURSE	15,5	16,8
DORADE	16,4	17,4
PETIT REQUIN	15,5	15,2
THON	10,1	10,2
THAZARD	14,7	14,8
ACOUPA AIGUILLE	14,7	18,7
ORPHIE	9,5	10,5
MEROU	13,3	7,3
CROUPIA	9,7	11,8

2 - Récapitulatif des teneurs en NaCl

ESPECES	COMPOSITION	
	EAU (%)	NaCl (%)
ACOUPA ROUGE	49,5	13,5
CARANGUE	38,8	14,6
PETIT THON	36,6	15,4
BOURSE	31,3	16,8
DORADE	41,1	17,4
PETIT REQUIN	46,7	15,2
THON	45,3	10,2
THAZARD	42,8	14,8
ACOUPA AIGUILLE	25,4	18,7
ORPHIE	34,7	10,5
MEROU	51,8	7,3
CROUPIA	48,8	11,8

3 - Tableau de composition des produits finis

## 4 - GRAPHIQUES DES TENEURS EN EAU EN FONCTION DES DIFFERENTES ETAPES :

LEGENDE :

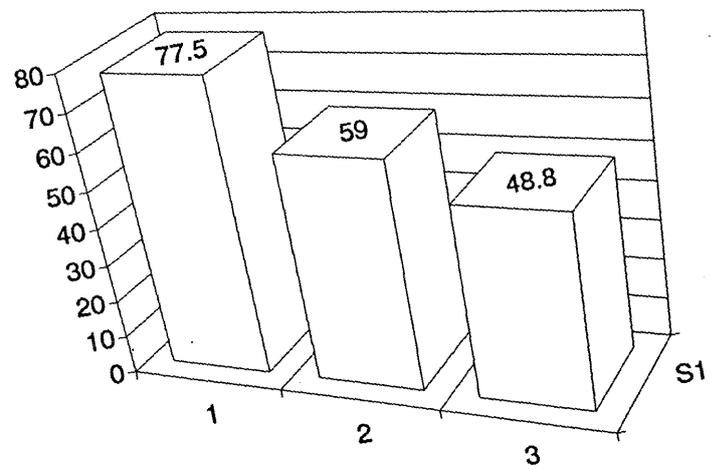
1 : PRODUIT FRAIS

2 : APRES 7 JOURS DE TRAITEMENT EN D.II

3 : APRES SECHAGE MECANIQUE

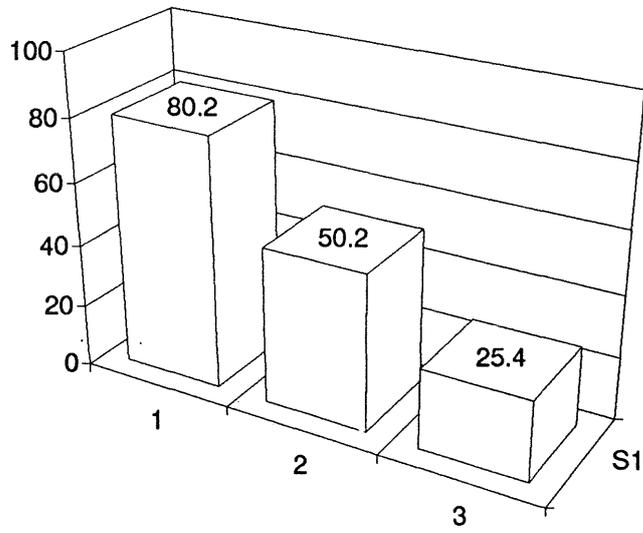
### Teneur en eau du CROUPIA

Teneur en eau (%)



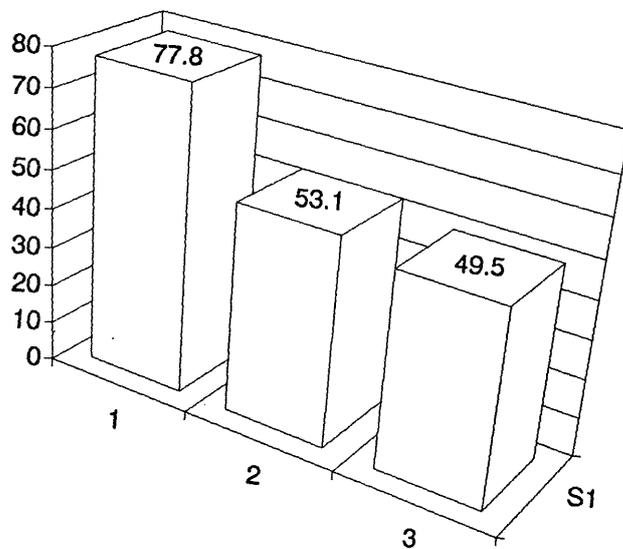
### Teneur en eau de l' ACOUPA AIGUILLE

Teneur en eau (%)

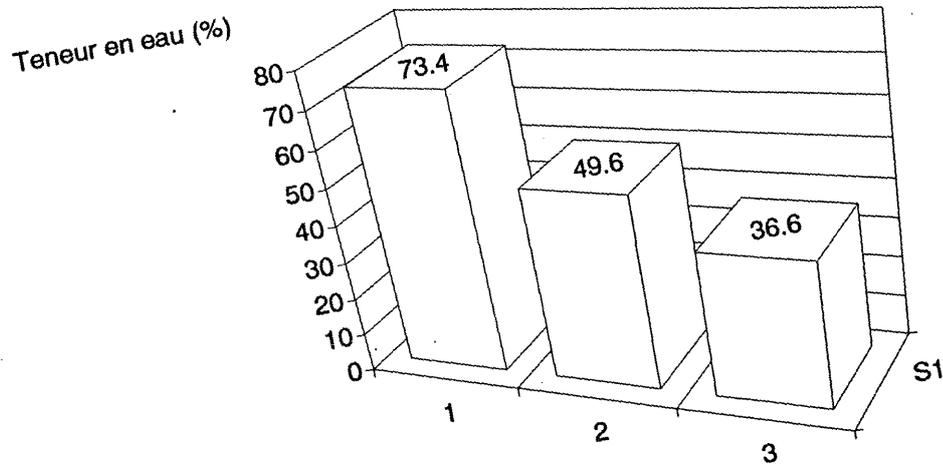


### Teneur en eau de l' ACOUPA ROUGE

Teneur en eau (%)

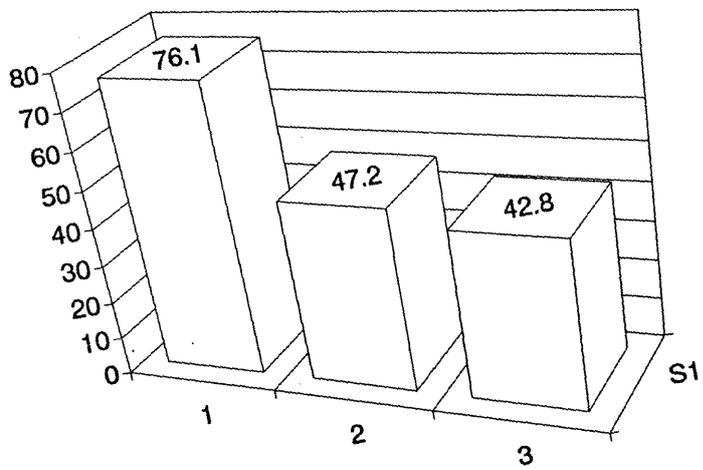


### Teneur en eau du petit THON



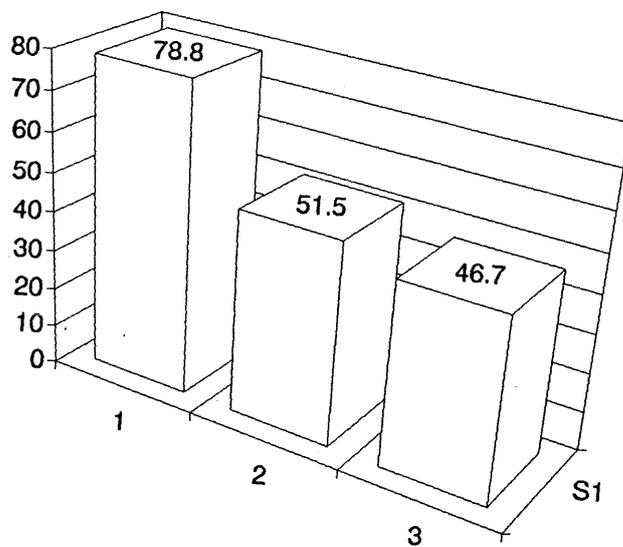
### Teneur en eau du THAZARD

Teneur en eau (%)



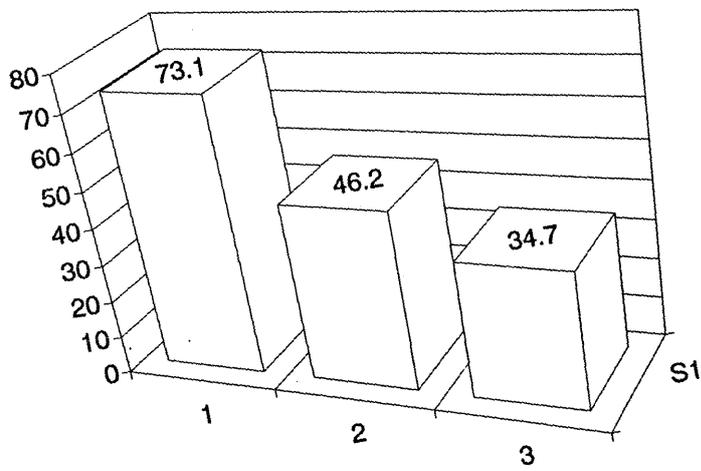
### Teneur en eau du petit REQUIN

Teneur en eau (%)



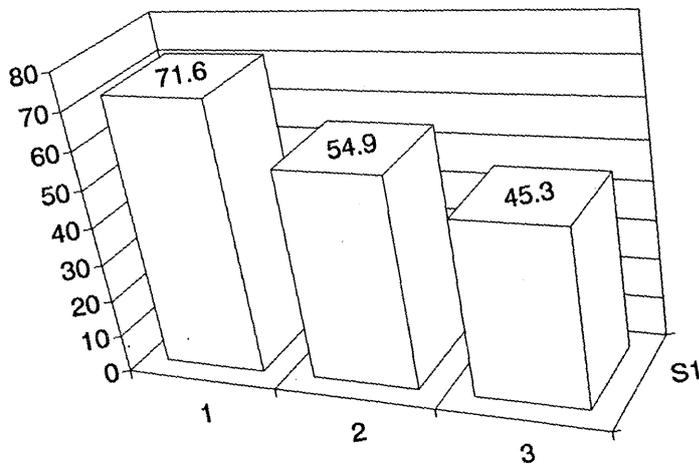
### Teneur en eau de l' ORPHIE

Teneur en eau (%)



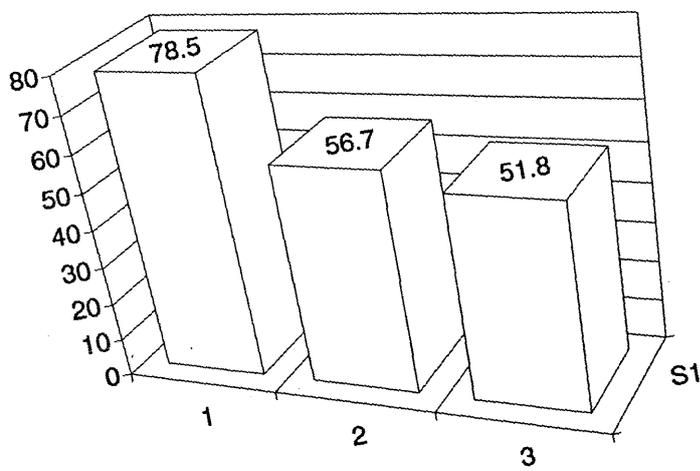
### Teneur en eau du THON

Teneur en eau (%)



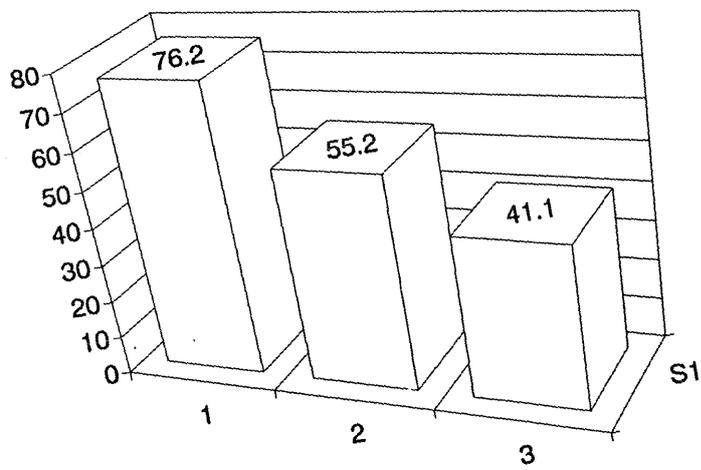
### Teneur en eau du MEROU

Teneur en eau (%)



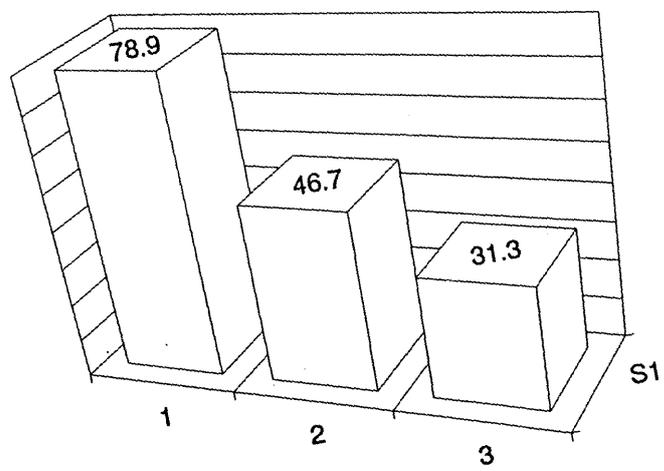
### Teneur en eau de la DORADE

Teneur en eau (%)



### Teneur en eau de la CARUANGUE

Teneur en eau (%)



### Teneur en eau de la BOURSE

Teneur en eau (%)

