

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE LA MER  
UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

Productions jointes et mesures de gestion des pêcheries  
mixtes : application à la pêche langoustinière du golfe de  
Gascogne.

**THESE DE DOCTORAT**

**Mention : Sciences Economiques**

**Claire Macher**

**Annexes**



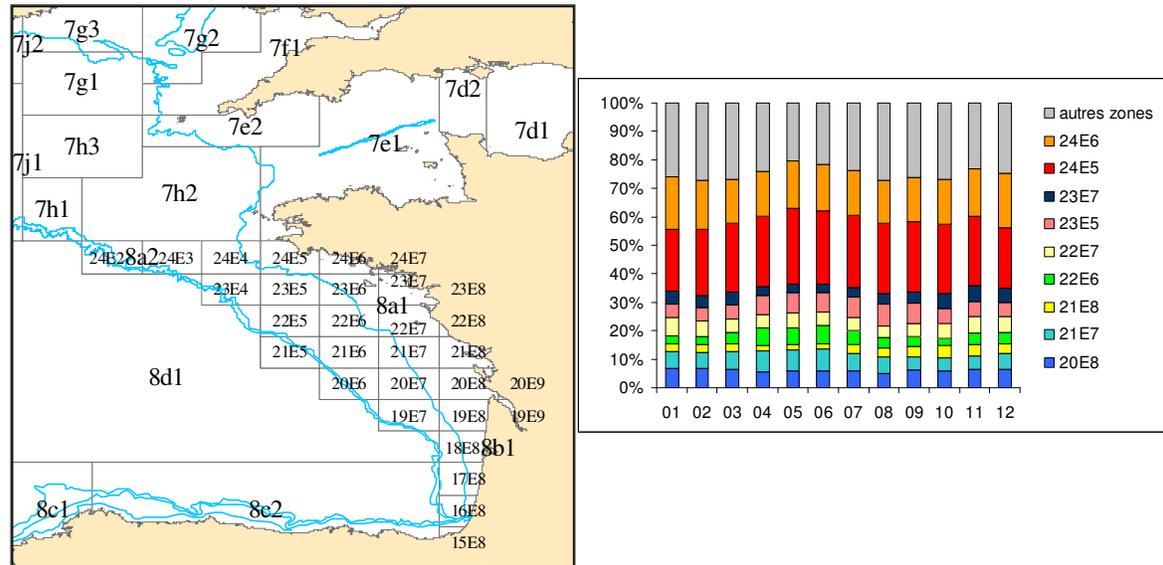
## Sommaire des annexes

<b>ANNEXES.....</b>	<b>1</b>
<b>SOMMAIRE DES ANNEXES .....</b>	<b>3</b>
<b>ANNEXES DU CHAPITRE 1 .....</b>	<b>5</b>
<b>ANNEXES DU CHAPITRE 2 .....</b>	<b>29</b>
<b>ANNEXES DU CHAPITRE 3 .....</b>	<b>83</b>
<b>ANNEXES DU CHAPITRE 4.....</b>	<b>91</b>
<b>ANNEXE DU CHAPITRE 5 .....</b>	<b>123</b>
<b>TABLE DES ANNEXES.....</b>	<b>133</b>
<b>LISTE DES FIGURES DES ANNEXES.....</b>	<b>137</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX DES ANNEXES .....</b>	<b>140</b>



## ANNEXES DU CHAPITRE 1

### ANNEXE 1.1: Evolution des fréquentations mensuelles des dix principales zones (moyenne 2001-2003)



Source : IFREMER/SIH

### ANNEXE 1.2 : Données d'effort de pêche en nombre de jours de mer par mois par navire et allocation par engin, métier, zone

#### Effort de pêche en nombre de jours de mer par mois par navire

Les données d'activité des navires langoustiniers récoltées par enquête permettent de décrire les engins utilisés, métiers pratiqués et zones fréquentées par mois et par navire ainsi que le nombre de jours de pêche par mois par navire pour les années 2001 à 2003. Les données de nombre de jours de mer par navire par mois des bases activité ont été utilisées pour estimer l'effort des navires langoustiniers du golfe de Gascogne. Ces données peuvent avoir plusieurs origines, elles peuvent être renseignées directement par les pêcheurs, ou obtenues à partir des bordereaux de ventes en criée ou à partir des données issues des logbooks. Il n'existe pas de processus de validation des données d'effort de la base activité. Cependant, la base de données issue des enquêtes économiques (base Eco) comporte des données plus fines sur un échantillon de navires de la base ACTIVITE et une grande partie de l'information de cette base a préalablement été validée, notamment les données de jours de mer. Une comparaison pour les mêmes navires des données de la base activité et des données de la base Eco a permis de valider les données d'effort de pêche de la base activité.

Effort de pêche en nombre de jours de mer par mois par navire alloués par métier et par zone

Pour chaque navire la base ACTIVITE contient les métiers pratiqués par mois et les deux principales zones (rectangle statistique ou plus précis quand c'est possible) dans lesquelles ces métiers sont pratiqués. Les jours de mer renseignés correspondent au nombre total de jours de mer par mois, tous métiers confondus. Des règles d'allocation des jours de mer renseignés par mois, par métier et zone ont donc été définies pour décrire la distribution spatiale et par métier ou engin de l'effort de pêche de la flottille langoustinière. Le travail a été réalisé sur le nombre de jours de mer, c'est-à-dire le nombre de jours de route ajouté au nombre de jours de pêche. Dans le cas de cette flottille côtière, le temps de route est limité à quelques heures et jours de mer et jours de pêche sont donc équivalents. Compte tenu de l'absence d'informations complémentaires sur la pratique des différents métiers au cours du mois, lorsque plusieurs métiers sont pratiqués le même mois, les jours de mer ont été distribués de façon égale entre métiers. Ainsi, un navire pratiquant deux métiers au cours d'un même mois s'est vu attribuer la moitié du nombre de jours pêche à la pratique de chaque métier.

Mois	Nb jdm*	Métier	Zones
1	20	TTBLN	Zone 1
1	20	TTBDP	Zone 2
1	20	TTBDP	Zone 1

\*Nombre de Jours De Mer collecté

**Tableau 1:** Informations sur l'activité d'un navire telles qu'elles sont renseignées dans la base activité (exemple fictif).

Le Tableau 1 correspond au type de données présentes dans la base ACTIVITE. Aussi, pour un tel calendrier d'activité, le nombre de jours de mer attribué à chacun des deux métiers est 10. Afin d'obtenir les informations sur la spatialisation de l'effort de pêche, le nombre de jour de mer d'un métier a été ensuite alloué par zone. Le choix d'allocation suit le même processus que pour les métiers, à savoir une répartition proportionnelle dans chaque zone. Si l'on reprend les données du Tableau 1, le nombre de jours de mer se répartit comme présenté dans le tableau suivant.

Mois	Nb jdm*	Métier	Zones	Allocation du Nb jdm**
1	20	TTBLN	Zone 1	10
1	20	TTBDP	Zone 2	5
1	20	TTBDP	Zone 1	5

\*Nombre de Jours De Mer collecté

\*\*Nombre de Jours De Mer alloué par zone

**Tableau 2:** Allocation du nombre de jour de mer en fonction du nombre de métier pratiqué et des zones fréquentées.

L'allocation des jours de mer par métier et zone peut ensuite être agrégée pour décrire la répartition spatio-temporelle de l'effort de pêche en nombre de jours de mer par engin zone et saison.

**ANNEXE 1.3 : Méthodologie d'allocation des débarquements par engin, zone**

Les données de débarquements par mois-navire ont été liées aux données d'activité des navires qui décrivent les métiers pratiqués par mois et les deux principales zones dans lesquelles ces métiers sont exercés le mois considéré. Les données de débarquements par navire ont d'abord été agrégées par engin de pêche par mois et par rectangle statistique lorsque l'information sur la zone de pêche fréquentée était plus précise que le niveau rectangle statistique. Deux tables ont été créées. Une table de référence correspondant aux débarquements des navires-mois ayant déclaré n'avoir mis en œuvre qu'un seul engin sur le mois. Une table correspondant aux débarquements des navires-mois ayant déclaré avoir pratiqué plus d'un engin sur le mois. Les débarquements par mois de la deuxième table sont alloués par engin selon les règles d'attribution des productions aux engins établies à partir de la table de référence qui permet de décrire les productions par engin. Ces tables ont permis d'allouer les débarquements aux différents engins.

**Méthodologie d'allocation des débarquements par engin**

Pour les navires n'ayant déclaré qu'un seul engin dans le mois, il a été possible d'affecter les productions d'un navire-mois à un engin. L'analyse des productions agrégées sur tous les navires par engin et par mois permet de définir les espèces pêchées par un seul engin (seuil à 95%).

Drague	Chalut de fond simple	Chalut pélagique	Chalut de fond jumeau
MOULE D'EUROPE	BALAI DE L'ATLANTIQUE	HARENG COMMUN	GRENADIER
VERNIS	FLETAN DE L'ATLANTIQUE	CHINCHARD A QUEUE JAUNE	CEPOLE COMMUNE
AMANDE DE MER	FLETAN NOIR (ATL.N.)	CHINCHARD COMMUN	AIGUILLAT NOIR
PALOURDE ROSE	BROSME	ANCHOIS COMMUN	DIV.ROUSSETTES
	LINGUE ESPAGNOLE	MAQUEREAU COMMUN	BERYX ROUGE
	LOUP (DE L'ATLANTIQUE)	MAQUEREAU ESPAGNOL	
	DIV.RASCASSES,PERCHES DE MER,CONGRE	ORPHIE COMMUNE	
	SPRAT	DIV.THONS,PELAMIDES,MARLINS,ETC...	
	RAIE MELEE	GERMON	
	SQUALE LICHE	MERLAN BLEU	
	DIV.POCHETEAUX	THON ROUGE	
	BROCHE	ESPADON	
	DIV.CRUSTACES MARINS	THON OBESE	
	ATHERINES D'EUROPE	SABRE ARGENTE	
	CREVETTE GRISE D'EUROPE	BONITE A VENTRE RAYE (LISTAO)	
	LIEU NOIR	BONITE A DOS RAYE	
	RASCASSE D'EUROPE		
	CETEAU		
	LINGUE BLEUE		
	SOLE SENEGALAISE		
	GRENADIER DE ROCHE		
	MARBRE COMMUN		
	DIV.SQUALES,RAIES, CHIMERES,ETC...		
	ANGUILLE D'EUROPE		

**Tableau 3** : Espèces capturées par un seul engin au seuil 95%. Source : Macher *et al.* (2005) d'après données IFREMER/SIH 2002.

Cette table ainsi que l'analyse experte des données de production par engin dans le cas où un seul engin a été déclaré met en évidence certaines erreurs qui proviennent du fait que l'ensemble des engins utilisés par mois n'a parfois pas été déclaré. Une correction des erreurs évidentes a donc été opérée avant de décrire les règles d'attribution par engin dans le cas de plusieurs engins déclarés. Dans le cas où plusieurs engins sont déclarés par un navire mois, les productions d'espèces ont été affectées aux engins en fonction de la part de cette espèce pêchée par les engins en utilisant les données de débarquements des navires mois ayant déclaré un seul engin dans le mois. La production d'une espèce peut se décomposer en pourcentage des débarquements de l'espèce pêché par chaque engin.

A partir des allocations des productions par engin mois dans le cas où un seul engin est déclaré et après correction, on a ensuite pu définir la part de chaque espèce pêchée par les différents engins. Pour chaque espèce le pourcentage (en volume) de l'espèce pêché par chaque engin a été calculé. On a obtenu une table de la forme suivante :

	Engin1	Engin2	Engink	total
Espèce i	X% pêché par engin 1	Y% pêché par engin 2	Z% pêché par engin k	100%

**Tableau 4 :** Part de chaque espèce pêchée par les différents engins.

On a ensuite considéré les différentes combinaisons d'engins (combinaison de 2, 3 ou 4 engins) et on a défini pour chaque combinaison, le pourcentage de chaque espèce pêché par chacun des engins. Dans le cas où on cherche à allouer la production de l'espèce i entre les deux engins 1 et 2 déclarés, on a donc effectué le calcul suivant :

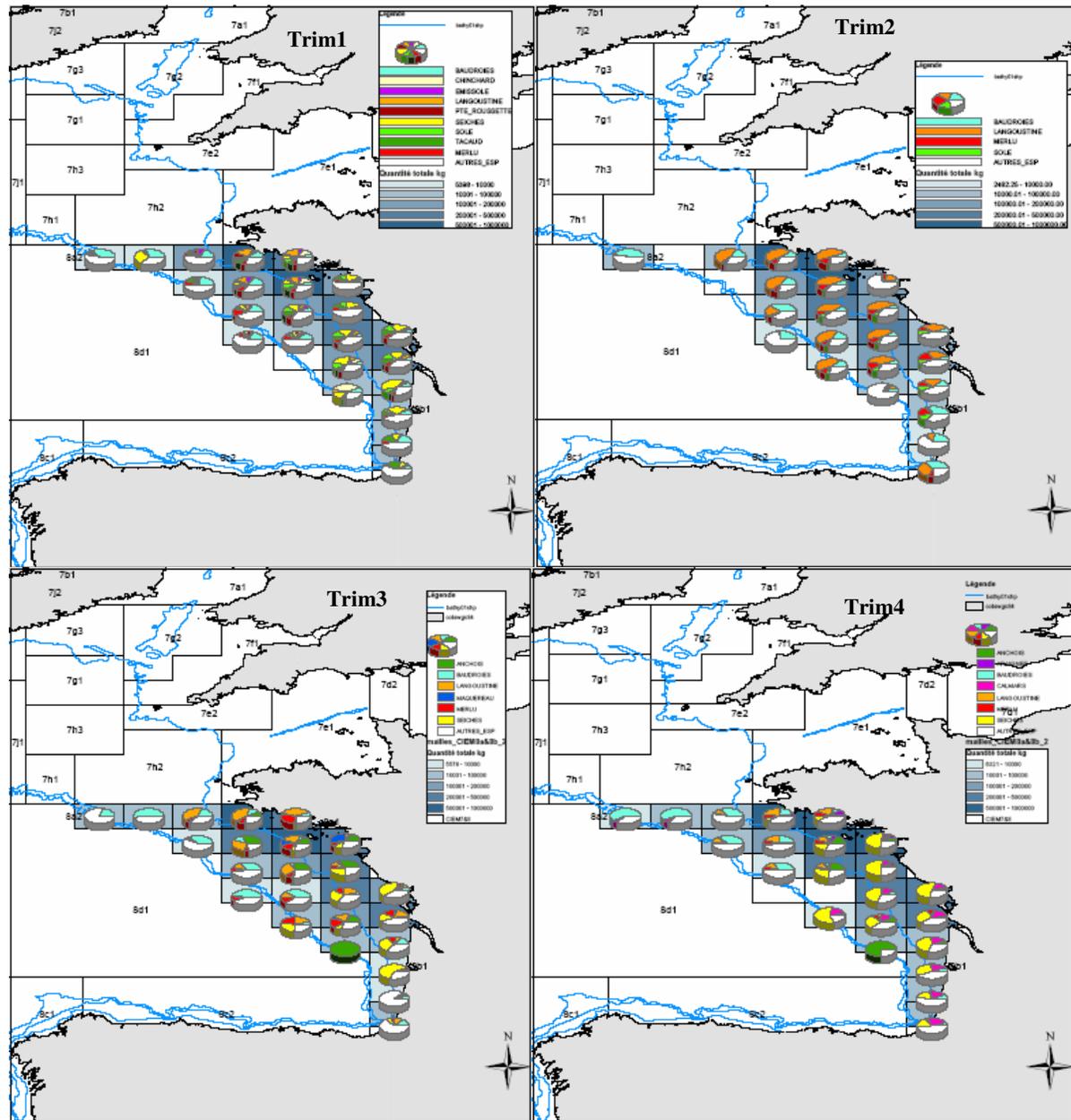
	Engin1	Engin2	total
Espèce i	$\frac{X}{X + Y}$ % pêché par engin 1	$\frac{Y}{X + Y}$ % pêché par engin 2	100%

**Tableau 5 :** Pourcentage de chaque espèce pêché par chacun des engins pour chacune des combinaison d'engins de pêche.

### **Méthodologie d'allocation des débarquements par engin par zone**

Les données ont ensuite été allouées par zone de pêche déclarée dans l'activité (rectangle statistique) selon une règle de proportionnalité de même que dans le cas de l'effort de pêche.

**ANNEXE 1.4 : Profils de débarquement par zone et trimestre et par zone et engin de pêche**

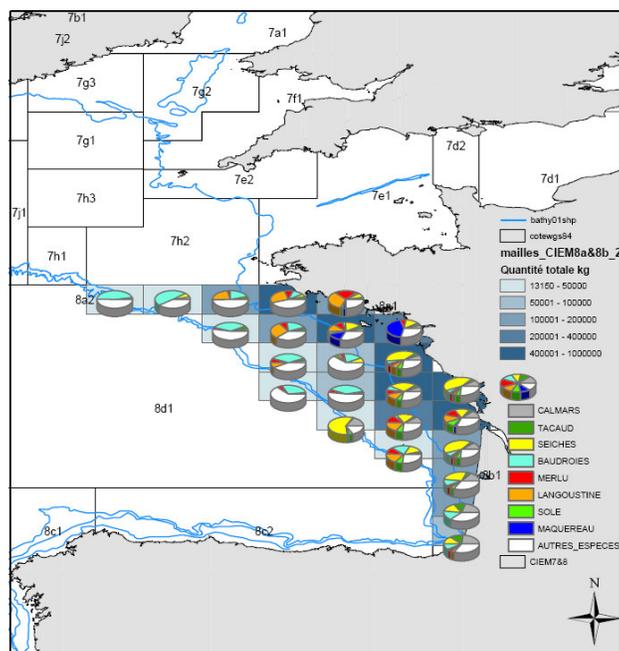


**Figure 1 :** Cartes des profils de débarquements en volume par zone et trimestre en 2003. Sources : Macher *et al.* (2005) d'après données IFREMER/SIH.

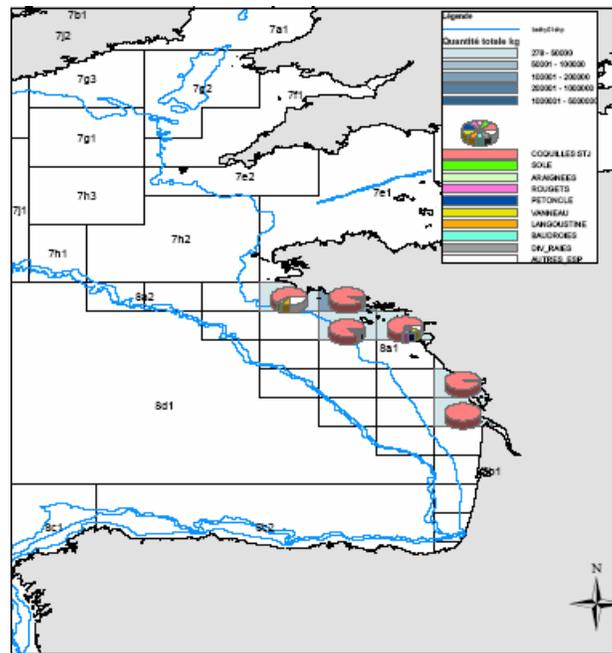
	Trim1	Trim2	Trim3	Trim4
Total	3704190	3701142	3977893	5129235
Autres esp	851296	1565325	981448	1347261
LANGOUSTINE	451241	711606	862851	984290
SEICHES	434546	352406	477188	490111
BAUDROIES	284401	343407	445152	405575
SOLE_COMMUNE	267526	147027	379852	368886
TACAUD_COMMUN	257864	127255	324745	287707
MERLU_EUROPE	227522	125596	168784	257135
CHINCHARD_COMMUN	194970	119150	122516	224816
EMISSOLE	147534	114446	110386	173752
PETITE_ROUSSETTE	140191	94923	104972	163478
BAR_COMMUN	122482		PETITE_ROUSSETTE	152728
CONGRE_COMMUN	115729		ROUGETS_BARBETS	143384
ARAIGNEE_MER	115514		CONGRE_COMMUN	130113
MERLAN	93373			

**Tableau 6** : Débarquements totaux de la flottille en kg par espèce et trimestre, seules les espèces représentant plus de 10% des débarquements totaux du trimestre sont représentées en 2003. Sources : Macher *et al.* (2005) d'après données IFREMER/SIH.

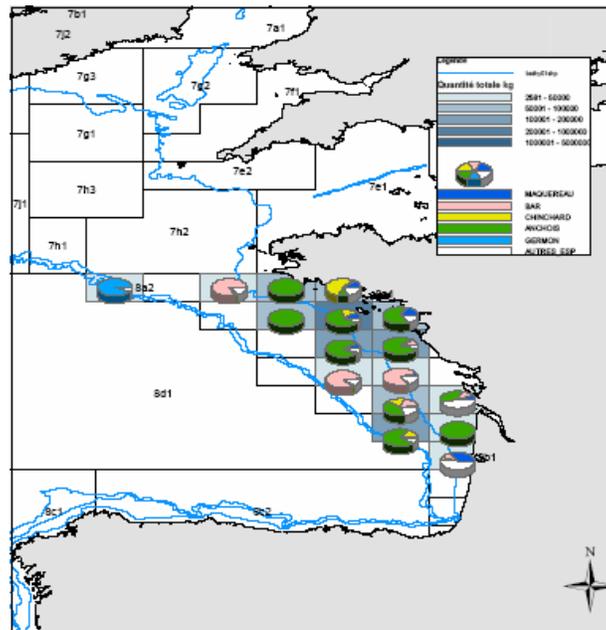
**ANNEXE 1.5 : Profils de débarquement par zone des engins chalut de fond simple, drague et chalut pélagique en 2003**



**Le chalut de fond simple** est pratiqué par la flottille dans l'ensemble du golfe de Gascogne. La langoustine domine les débarquements dans le sud-ouest Bretagne. La baudroie domine largement les débarquements aux accores et la seiche et les calmars sont présents dans les rectangles statistiques du sud de la Loire.



La **drague** est essentiellement pratiquée dans les rectangles statistiques côtiers et les débarquements sont caractérisés par une proportion importante de coquilles Saint-Jacques. La drague est en effet généralement utilisée par la flottille langoustinière pour cibler la coquille.



L'espèce dominante des débarquements du **chalut pélagique** varie selon les zones entre anchois, bar et chinchard principalement.

**ANNEXE 1.6 : 30 espèces ou groupes d'espèces considérés pour les analyses multi-variées**

Code	ESP_CODIFLN libellé
AN	Anchois
BA	Bar
CA	Cardines
CE	Céphalopodes (Seiches...)
CH	Chinchard
CJ	Coquilles St Jacques
CO	Congre
CQ	Divers coquillages
CX	Céteau
DO	Dorades, Sparidés
DP	Divers poissons
GA	Divers Gadidés (Tacaud, ...)
GC	Araignée, Tourteau, Homard, Langoustes, etc.
LI	Lieu jaune
LN	Langoustine, Galathées
LO	Baudroies (lottes)
LS	Limande sole commune
MA	Maquereaux, Sardines, Harengs
ME	Merlus
MR	Merlan
PC	Petits crustacés
PI	Plie commune
PL	Autres Poissons plats
RA	Raies
RO	Rougets
SO	Soles
SP	Saint Pierre
SQ	Squales (Roussettes...)
TB	Turbot, Barbue
TH	Thons, Bonites, Espadon

**Tableau 7** : 30 principales espèces ou groupes d'espèces considérés pour les analyses multi-variées , Variables actives des ACP.

**ANNEXE 1.7 : Résultats des ACP et classification sur les profils de débarquement annuels en volume sur 2001-2003 des navires de la flottille langoustinière**

**Choix des composantes principales à conserver**

L'analyse des paliers montre qu'il existe un palier au quatrième axe et au septième axe. L'histogramme des valeurs propres indique qu'avec quatre axes on explique 75% de l'inertie totale et avec sept axes on explique 89% de l'inertie totale. On ne cherche pas dans cette première ACP à décrire toute la diversité des processus de captures mais à identifier les grandes stratégies de captures de la flottille à partir de quelques espèces structurantes (cibles ou accessoires). On choisira donc de ne décrire que les quatre premiers axes.

**Interprétation des axes factoriels**

Le tableau des corrélations entre les axes et les variables de l'analyse permet de donner une interprétation aux axes (Figure 2, Figure 3).

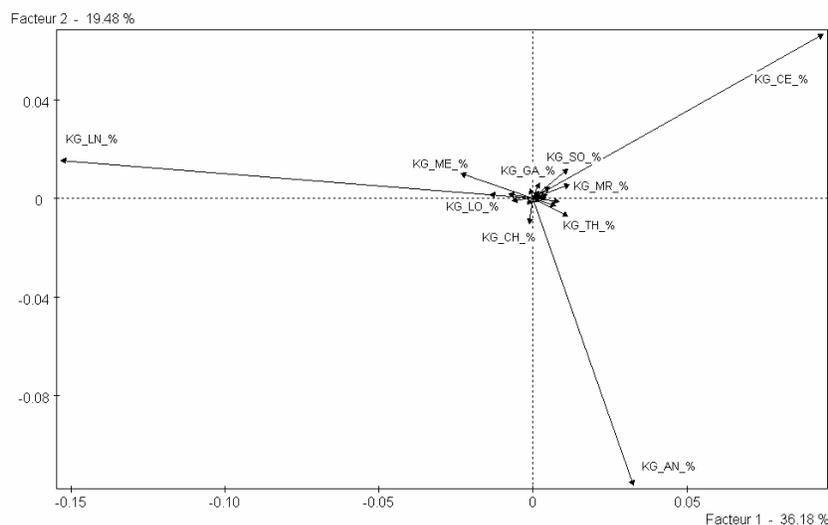
Le **premier axe** oppose les navires qui débarquent la langoustine en proportion importante de leurs débarquements (coordonnées négatives sur l'axe 1) aux navires qui débarquent plus de divers céphalopodes que la moyenne. Cet axe distingue les navires très spécialisés sur la langoustine des

navires qui pratiquent d'autres métiers au cours de l'année : chalutage de fond à seiche et sole en particulier. Les coordonnées des variables illustratives sur les axes indiquent que l'axe 1 oppose :

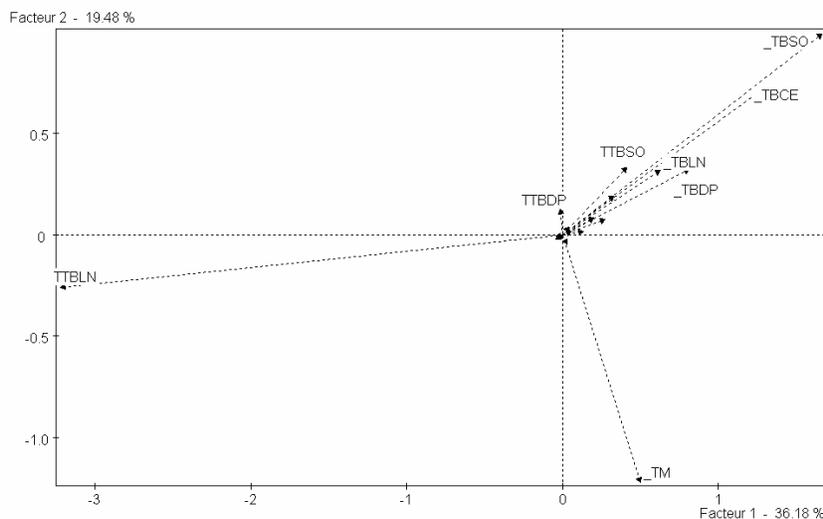
les navires qui pratiquent essentiellement le chalut de fond jumeau à langoustines (coordonnées négatives sur l'axe 1) dans les zones 24<sup>E5</sup> et 24<sup>E6</sup>, il s'agit de navires de Bretagne Sud de moins de 16 mètres qui opèrent depuis le Guilvinec, Concarneau et Lorient

les navires qui pratiquent le chalut de fond à divers céphalopodes et le chalut de fond à sole dans les zones 21<sup>E7</sup> et 22<sup>E7</sup>, dans la partie sud de la grande vasière. Il s'agit de navires plus grands qui opèrent depuis les quartiers maritimes de pays de Loire.

**L'axe 2** distingue les navires qui débarquent de l'anchois en proportion supérieure aux autres navires. Cet axe distingue les navires de Sud-Bretagne et en particulier d'Auray et Lorient qui pratiquent le chalutage pélagique dans le 23<sup>E6</sup> comme autre métier en plus du chalutage de fond à langoustine des navires de Pays de Loire et Poitou Charente qui complètent leur activité par du chalutage de fond à sole, seiche, etc. dans les rectangles 21<sup>E7</sup> et 22<sup>E7</sup>.



**Figure 2** : Projection des variables actives dans le plan factoriel 1\*2. Sources : d'après données IFREMER/SIH.



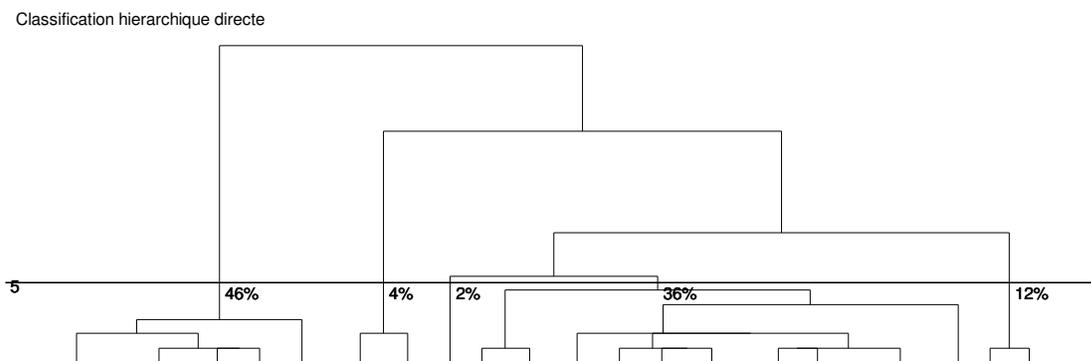
**Figure 3:** Projection des variables illustratives nombre de mois-métier dans le plan factoriel 1\*2. Sources : d'après données IFREMER/SIH.

L'analyse du **plan factoriel 1\*2** fait apparaître les deux sous-flottes, une sous-flotte de sud-bretagne et une sous-flotte autres régions qui se distinguent par leur spécialisation sur la langoustine et sur le métier de chalutage de fond à langoustine et leur zones de pêche. Le plan distingue d'autre part les navires par leur activité complémentaire du métier de chalutage de fond à langoustine, chalutage de fond ou chalutage pélagique (Figure 3). Trois groupes de navires se distinguent ainsi par leurs profils de débarquements : Les navires de Bretagne sud très spécialisés sur la langoustine, les navires des autres régions, moins spécialisés sur la langoustine qui complètent leur activité par du chalutage de fond et pêchent dans le sud de la grande vase, les navires spécialisés sur la langoustine qui complètent leur activité par du chalutage pélagique.

**L'axe 3** distingue les navires dont la proportion de coquilles Saint-Jacques est importante. Cet axe distingue les navires qui pratiquent la drague à coquilles Saint-Jacques une partie de l'année lorsque la langoustine est moins disponible et que la saison de la coquilles est ouverte des autres navires qui pratiquent le chalutage de fond à langoustine et autres poissons et le chalutage pélagique.

**L'axe 4** oppose quant à lui les navires dont les profils de débarquements sont caractérisés par des proportions plus importantes de baudroies aux navires plutôt caractérisés par la proportion de divers céphalopodes, langoustines, anchois. Cet axe oppose les navires qui pratiquent le chalutage de fond à baudroie et le chalut de fond simple à langoustine aux navires qui pratiquent le chalutage de fond jumeau à langoustine et exercent d'autres activités par ailleurs ; le chalutage de fond à sole, céphalopodes...





**Figure 4 :** L'histogramme des indices de niveau de la Classification ascendante hiérarchique. Partition en 5 classes et pourcentage d'individus (profils par navire-année) par classe. Source : d'après données IFREMER/SIH.

La partition en cinq classes permet d'expliquer environ 61% de l'inertie totale, c'est-à-dire de la variance interclasse. Les 39% inexpliqués restants sont dus à la variance intra-classe.

### Description des classes

La **première classe** comprend 317 individus qui correspondent aux profils de navires de Bretagne Sud de 12-16 mètres, du Guilvinec et de Concarneau en particulier, qui sont très spécialisés sur la langoustine, ciblée plus de 9 mois par an et qui représente 43% des débarquements de cette classe. Les zones de pêche sont les rectangles 24<sup>E5</sup>, 24<sup>E6</sup>, 23<sup>E5</sup>.

La **classe 2**, regroupe 25 profils correspondant à des navires chalutiers pélagiques de plus de 16 mètres et qui ont plus de 4 marins à bord. Ces navires opèrent depuis Auray pour 36% d'entre eux. Les débarquements sont caractérisés par une proportion supérieure à la moyenne d'anchois, de bar et de chinchard capturés au cours des activités de chalutage pélagiques exercés 7 mois par an dans les zones 23<sup>E6</sup>, 22<sup>E6</sup>, 24<sup>E7</sup>, 19<sup>E8</sup> et 19<sup>E7</sup>.

La **troisième classe** correspond à la classe des chalutiers dragueurs qui ciblent la coquille Saint-Jacques en Bretagne-Nord 6 mois par an et la langoustine en Sud-Bretagne les 6 autres mois de l'année. Elle regroupe 12 profils.

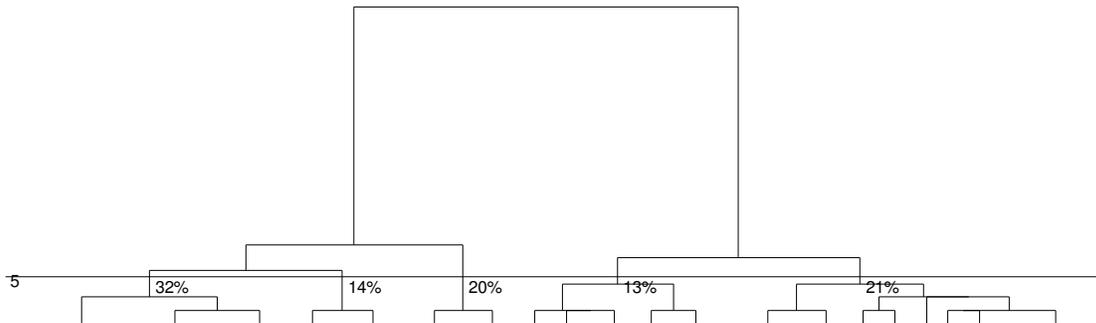
La **classe 4** regroupe 215 profils correspondant à des navires de Lorient pour 27% d'entre eux et plus généralement des navires opérant depuis d'autres quartier que le Guilvinec qui pratiquent le chalutage de fond à baudroie et sole et dont les débarquements sont caractérisés par des proportions supérieures à la moyenne de baudroie, et espèces accessoires type raies, squales divers gadidés capturés en même temps que la langoustine et la baudroie. Les navires de cette classe sont des navires de plus de 16 mètres.

La **cinquième classe** regroupe 141 profils correspondant à des navires du sud de la pêcherie (d'Oléron, Saint Nazaire et La Rochelle) qui pratiquent le chalut de fond à divers céphalopodes, seiche

en particulier 4 mois de l'année et le chalut de fond à sole cinq mois de l'année en plus du chalutage de fond à langoustine. Les débarquements sont caractérisés par 34% de divers céphalopodes.

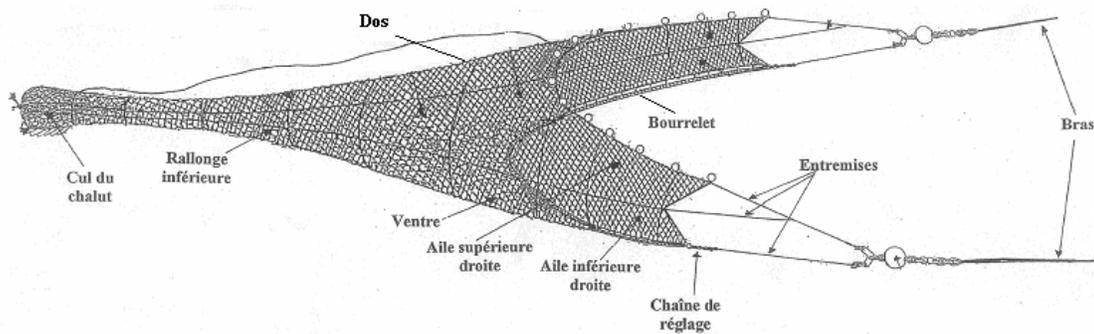
**ANNEXE 1.8 : ACP sur les profils de débarquement mensuels du métier de chalutage de fond à langoustine**

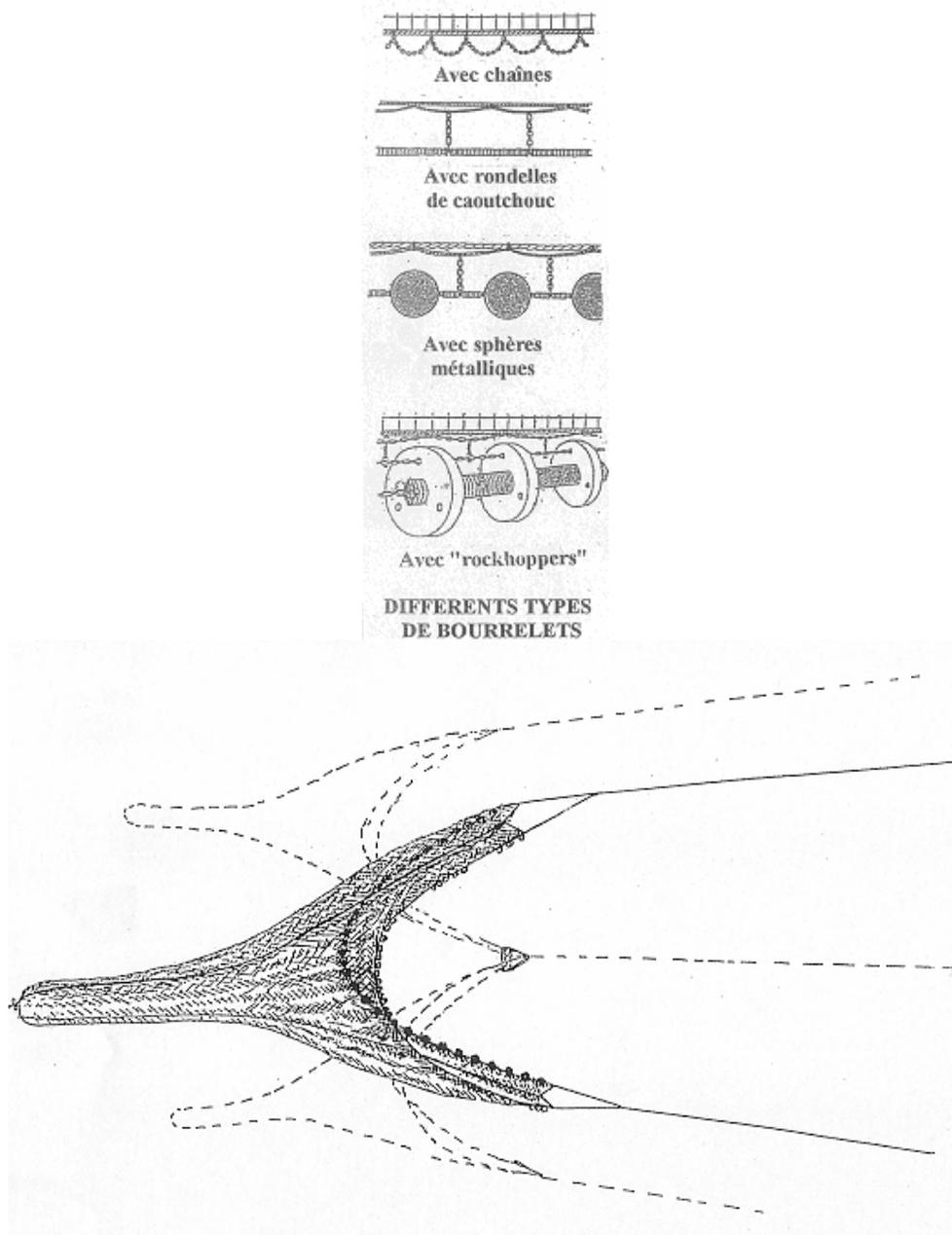
Classification hiérarchique directe



**Figure 5 :** Classification ascendante hiérarchique en 5 classes et pourcentage d'individus (profils par navire-mois-année) par classe. Sources : d'après données IFREMER/SIH.

**ANNEXE 1.9 : Différentes parties d'un chalut, différents types de bourrelets et comparaison de balayage horizontal, sur le fond, entre le chalut simple et les chaluts-jumeaux pour un navire donné**





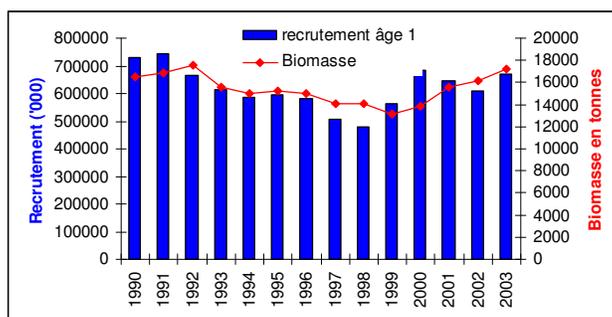
Sources : Deschamps, 2003.

#### ANNEXE 1.10 : Evolution des facteurs de production naturel

##### A. Evolution du stock de langoustine (*Nephrops norvegicus*) (Divisions CIEM VIIIab)

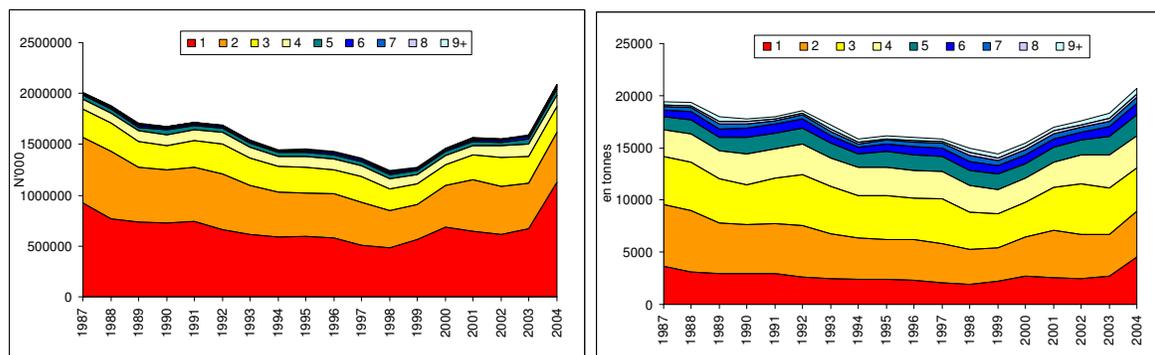
Le recrutement de langoustine (à l'âge 1) a diminué jusqu'en 1998 et est globalement plus élevé depuis. La biomasse du stock de langoustine a suivi la même évolution. Elle a diminué de 20% dans les années 1990 et augmente depuis 2000 grâce aux meilleurs recrutements observés et à une

diminution de la pression de pêche. Elle atteint aujourd'hui un niveau comparable à celui du début de la période étudiée.



**Figure 6 :** Biomasse et Recrutement du stock de langoustine (Divisions CIEM VIIIab). Source : ICES, 2004.

Dans le cas de la langoustine, les connaissances insuffisantes du stock et de la biologie n'ont pas permis de fixer de points de référence<sup>1</sup>. En particulier, il n'a pas été possible de définir de biomasse limite. L'avis formulé sur le stock souligne la nécessité d'assurer le maintien d'une « réserve » suffisante correspondant aux biomasses observées au début des années 1990 (environ 18000 tonnes) pour ne pas être tributaire d'un éventuel mauvais renouvellement (ICES, 2004).

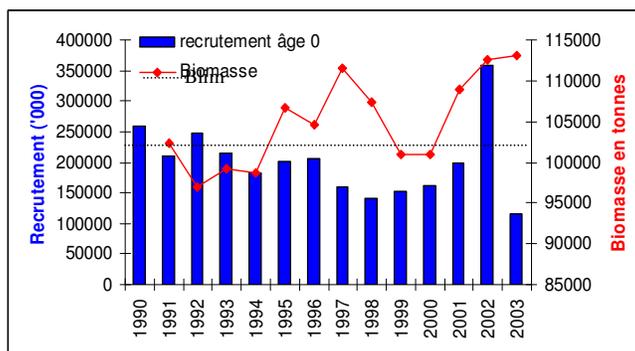


**Figure 7 :** Evolution de la composition en âge du stock de langoustine en nombre (à gauche) et tonnes (à droite). Sources : ICES, 2004.

L'évolution de la structure en âge du stock met en évidence la part importante que représentent les groupes d'âge 1, 2 et 3 ces dernières années (les âges 1 et 2 correspondent à des langoustines sous la taille minimale de débarquement). Plus de 90% des individus appartiennent aux trois premiers groupes d'âge. La tendance à l'augmentation de la biomasse est donc expliquée par les bons recrutements des années récentes.

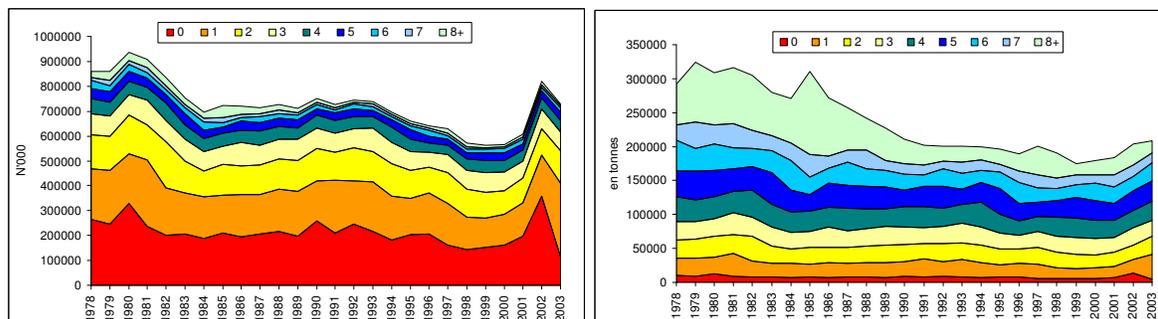
<sup>1</sup> Les Points de Référence Biologique sont des valeurs du niveau de mortalité par pêche ou de biomasse du stock qui cherchent une exploitation soutenable à long terme des stocks, avec la meilleure capture possible.

**B. Evolution du stock de merlu (*Merluccius merluccius*) du nord (Divisions CIEM IIIa, IV, V, VI, VII et VIIIabde)**



**Figure 8 :** Biomasse féconde et recrutement du stock de merlu du Nord. Source : ICES, 2006a.

A partir de la seconde moitié des années 80, la biomasse de géniteurs de merlu a globalement diminué et a été proche de la Biomasse Limite (100000 tonnes) au cours de la plupart des années 1990. Depuis 2000, la biomasse augmente et a légèrement dépassé en 2006 le niveau retenu comme biomasse de précaution (Bpa=140000 tonnes). Le plan d'urgence pour le merlu du nord mis en place à partir de 2001 a pu contribuer à la restauration du stock. Le recrutement a diminué au cours des années 90. L'indice d'abondance du groupe d'âge 0 des campagnes océanographiques EVHOE (campagnes scientifiques de chalutages dans le golfe de Gascogne et la mer Celtique) a montré une augmentation de 1999 à 2002 mais des incertitudes demeurent sur l'évaluation des dernières valeurs estimées, elles sont corrigées lorsque les cohortes commencent à apparaître dans les débarquements mais la non prise en compte des rejets peut modifier le signal de recrutement. L'évaluation du stock de merlu est confrontée à une incertitude sur les paramètres de croissance qui amène à formuler une hypothèse de croissance rapide et une hypothèse de croissance lente. Dans le cas de la croissance lente, la biomasse de géniteurs de merlu se situerait en 2006 au voisinage du seuil défini dans le cadre de l'approche de précaution (Bpa = 140 000 t).



**Figure 9 :** Evolution de la composition en âge du stock de merlu en nombre (figure de gauche) et tonnes (figure de droite). Sources : ICES, 2006a.

La structure en âge du merlu indique que 80% des individus appartiennent aux quatre premiers groupes d'âge (les deux premiers groupes d'âge se situent sous la taille minimale de débarquement). La part de la biomasse de chacun des groupes d'âge est à peu près équivalente ces dernières années. Jusqu'à la fin des années 1980, les individus les plus âgés (âge 8+) représentaient 20% à 30% de la biomasse contre seulement 10% depuis 2000.

### C. Evolution du stock de sole (*Solea solea*) du golfe de Gascogne (Divisions CIEM VIIIa,b,d)

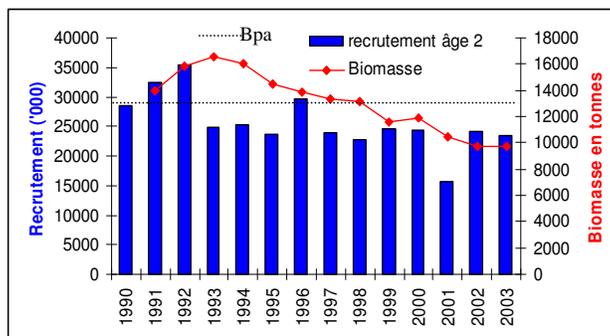


Figure 10 : Biomasse et recrutement du stock de Sole VIIIabd. Source : ICES, 2006b.

Depuis les niveaux élevés de 1992-1994, l'abondance de sole montre une tendance à la baisse qui s'accroît à partir de 1998. De 1993 à 2003, la biomasse des géniteurs a diminué de 40 %. A partir de 1999 la biomasse féconde passe en dessous de la Biomasse de précaution fixée pour ce stock (13000 tonnes). La mortalité par pêche n'a cessé d'augmenter jusqu'en 2002 où elle a été particulièrement élevée ; elle diminue depuis. Depuis 1992, le recrutement (âge 2) a été moindre que pendant la période antérieure, mais relativement stable jusqu'en 2000 excepté le recrutement élevé en 1996. Depuis, deux faibles recrutements ont eu lieu : en 2001 et 2004.

### D. Evolution des stocks de baudroies (*Lophius piscartorius* et *Lophius budegassa*) de mer Celtique et du golfe de Gascogne (Divisions CIEM VIIb-k et VIIIa,b)

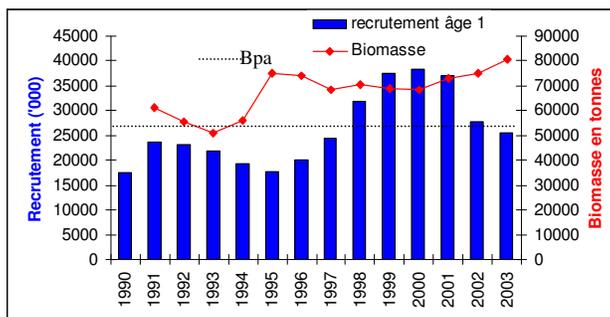


Figure 11 : Biomasse et recrutement des stocks de Baudroies VIIIab ; VIIb-k. Sources : ICES, 2006a.

La biomasse des deux stocks a diminué de 1986 à 1993, puis a augmenté jusqu'en 1995-1996; elle s'est ensuite stabilisée entre 1996 et 2000 et montre une tendance à l'augmentation depuis 2000 sous l'effet conjugué de baisses de la mortalité par pêche et de l'arrivée dans les pêcheries des bonnes classes 1990-1992 et 1997-2002. La biomasse de géniteur est au-dessus du niveau défini dans le cadre de l'approche de précaution (Bpa fixée à 31000 tonnes pour la baudroie blanche et à 22000 tonnes pour la baudroie noire). Les recrutements sont fluctuants, avec des périodes de forte et faible abondance: les classes 1990-1992 et 1997-2002 sont estimées abondantes. Les recrutements récents sont en baisse sensible. Les classes 1996-1999 (recrutement à l'âge 2 en 1998-2000) sont estimées fortes. Les classes 2001-2002 sont estimées inférieures à la moyenne. L'existence de plusieurs fortes classes annuelles est possible autour de 2000 pour la baudroie blanche et de 1998 pour la baudroie noire, mais les recrutements sont mal estimés. La grande majorité des captures de baudroies est constituée de jeunes individus qui n'ont pas encore atteint l'âge de se reproduire. La pêcherie est extrêmement dépendante de fortes classes arrivant sur les fonds de pêche. Les captures importantes des plus jeunes âges et les rejets risquent donc de dissiper tous les gains potentiels que la pêcherie pourrait tirer des fortes classes recrutées.

#### E. Evolution du stock de cardine franche (*Lepidorhombus whiffiagonis*) de mer Celtique et du golfe de Gascogne (Divisions CIEM VIIbc,e-k et VIIIabd)

Depuis 1990 le stock de géniteurs de cardine se maintient au-dessus du seuil de la biomasse de précaution (Bpa=55000 tonnes). La biomasse fluctue entre 60 et 70 000 t depuis 1994 mais on note une tendance à l'augmentation de la biomasse depuis 2000. Le recrutement à l'âge 1 est relativement stable à l'exception des pics des classes 1999 et 2001.

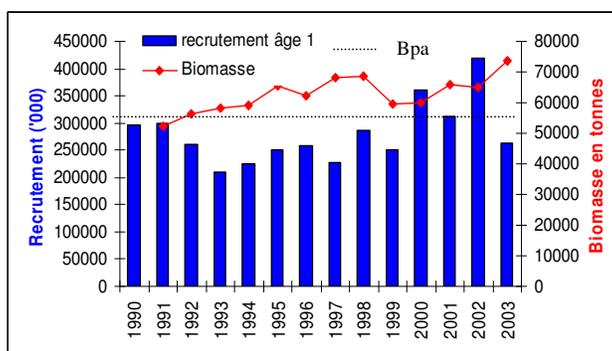


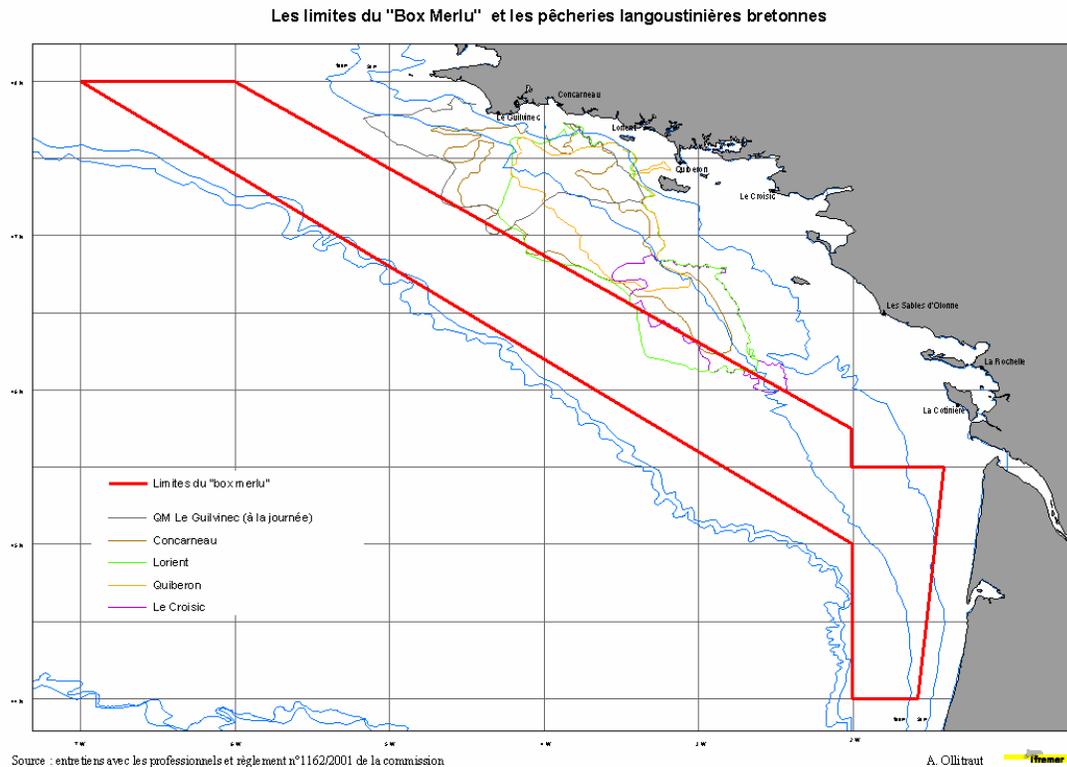
Figure 12 : Biomasse et recrutement du stock de cardine VIIIabd ; VIIbc,e-k. Source : ICES, 2006a.

#### F. Evolution du stock de chinchard (*Trachurus trachurus*) (Divisions CIEM IIa, IVa, Vb, VIa, VIIa-c,e-k, VIIIa-e)

L'état du stock de chinchard est peu connu, il ne fait pas l'objet d'une évaluation analytique complète. Les données indiquent une tendance à la diminution de l'abondance depuis la fin des années 1980. Les

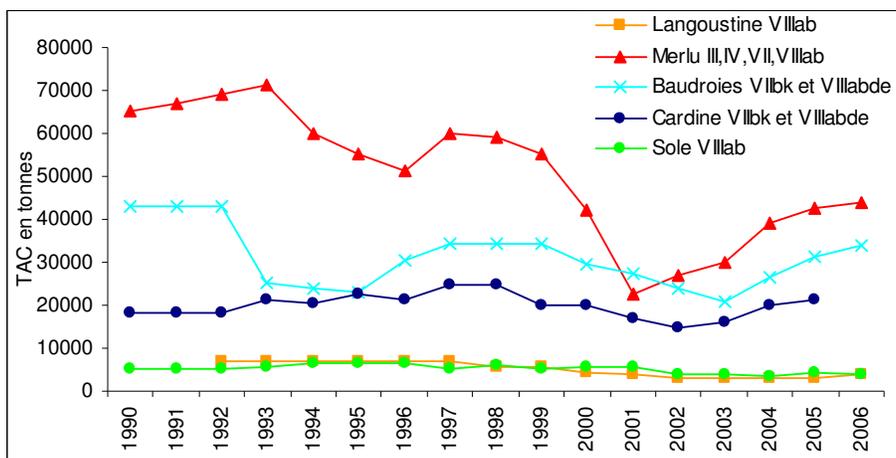
taux relativement élevé de capture de classe d'âge 2001 de 2002 à 2005 indiquent que cette classe est plus importante que celles observées ces dernières années (ICES, 2006c).

**ANNEXE 1.11 : Carte délimitant la zone correspondant au box merlu en rouge et les zones de pêche de la pêcherie langoustinière du golfe de Gascogne**



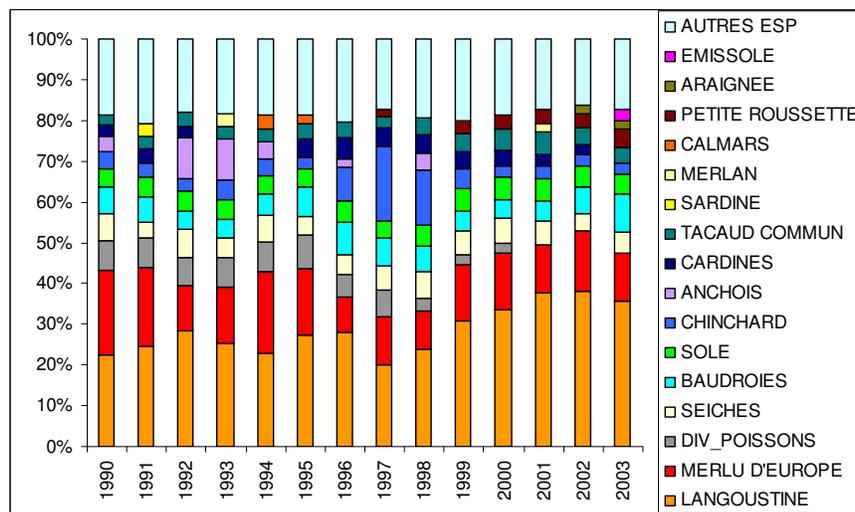
Source: Ollitrait, 2005.

**ANNEXE 1.12 : Evolution des Totaux Admissibles de Captures des principales espèces sous TAC capturées par la flottille langoustinière**



Sources : ICES, 2006abc.

**ANNEXE 1.13 : Evolution interannuelle de 1990 à 2003 des profils de débarquement des navires du panel de la flottille langoustinière**



**Figure 13 :** Evolution des profils de débarquement en volume des navires du panel 1990-2003-10 premières espèces en volume retenues, agrégation des autres espèces. Sources : d'après données IFREMER/SIH.

### ANNEXE 1.14: Tests de comparaison de moyennes des débarquements en quantité et pourcentage par navire-an des principales espèces débarquées par les navires de la flottille langoustinière entre la période 1996-1999 et 2000-2003

Deux groupes de navires-an du panel ont été définis pour tester l'effet des changements de conditions d'exploitation:

- un groupe P1 correspondant aux navires-an de la période 1996-1999
- un groupe P2 correspondant aux navires-an de la période 2000-2003.

La période a été réduite à l'analyse de 1996-2003 pour limiter les effets de variations d'abondance des espèces.

Un test de Student d'égalité de moyenne est réalisé pour tester la différence entre les deux groupes. Ce test est robuste à l'hypothèse de non normalité à partir du moment où l'échantillon est assez grand (supérieur à 30), ce qui est le cas ici.

L'hypothèse nulle est :  $H_0$ : Les deux échantillons proviennent de la même population,

Si l'hypothèse nulle est rejetée on adopte alors  $H_1$ : Les deux échantillons sont issus de populations différentes. Les résultats sont présentés dans les tableaux 8 et 9.

	t	df	p-value	Intervalle de confiance 95 %	Moy 96-99	Moy 00-03
Langoustine	-2.2	832.0	0.02556	[-2309.6; -150.7]	16489	17720
Merlu	2.5	819.5	0.01355	[158.9 1377.9]	7099	6331
Baudroie	4.5	720.3	0.00001	[691.0;1748.9 ]	4322	3102
Sole	3.3	701.1	0.00121	[300.1; 1215.8]	3314	2556
Chincharde	4.3	391.4	0.00002	[3701.2. 9980.3]	8522	1682
Cardine	6.9	484.7	0.00000	[1469.6; 2631.5]	3561	1510
Tacaud	1.2	772.1	0.24860	[-130.5; 503.4]	2449	2263
Seiche	4.3	635.1	0.00002	[ 667.2; 1771.4]	3887	2667
Pte roussette	-2.5	823.4	0.01320	[-465.8; -54.6]	1543	1803

**Tableau 8:** Test d'égalité de moyenne quantité par espèce, groupes de navires 96-99/00-03. Sources : d'après données IFREMER/SIH.

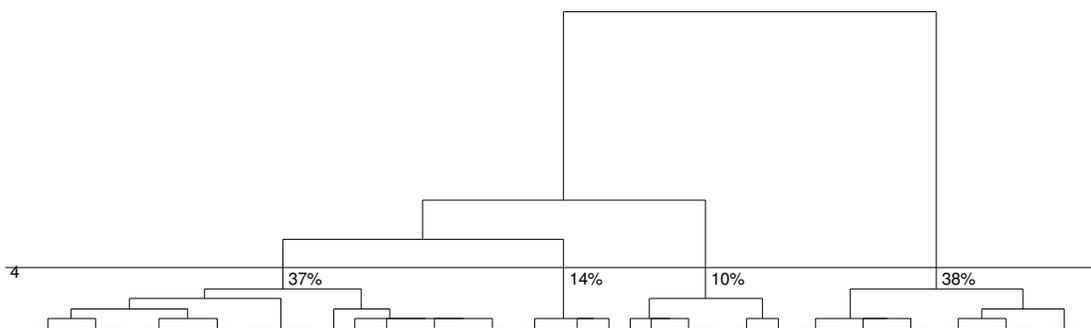
L'analyse est également menée sur les pourcentages et donne les résultats suivants :

	t	df	p-value	Intervalle de confiance 95 %	Moy 96-99	Moy 00-03
Langoustine	-10.2	834.5	< 2.2e-16	[-0.1035; -0.0702 ]	29.1%	37.8%
Merlu	-0.8	776.9	0.4489	[-0.0146; 0.0065]	12.5%	12.9%
Baudroies	1.1	820.9	0.2741	[-0.0028; 0.0099]	5.8%	5.5%
Sole	0.7	770.3	0.5009	[-0.0040; 0.0082]	4.6%	4.4%
Chincharde	5.1	536.2	0.0000	[0.0219; 0.0502]	6.9%	3.3%
Cardine	6.7	548.5	0.0000	[0.0159; 0.0291]	4.6%	2.3%
Tacaud	-3.1	832.7	0.0023	[-0.0117; -0.0026]	3.2%	4.0%
Seiche	0.9	735.4	0.3865	[-0.0036; 0.0094]	5.3%	5.0%
Pte roussette	-6.8	778.8	0.0000	[-0.0143; -0.0079]	2.1%	3.2%

**Tableau 9:** Test d'égalité de moyenne pourcentage par espèce, groupes de navires 96-99/00-03. Sources : d'après données IFREMER/SIH.

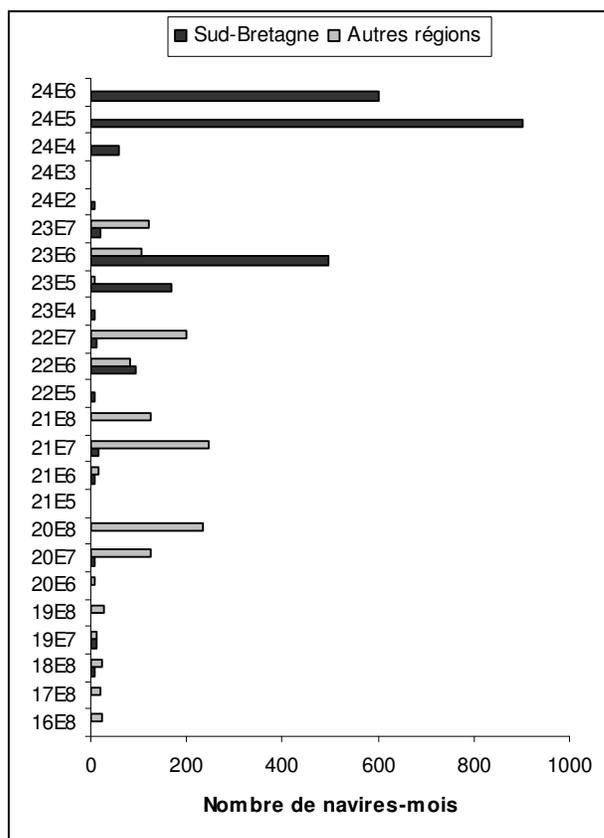
**ANNEXE 1.15 : ACP sur les profils de capture par trait des traits échantillonnés à bord des navires de pêche professionnelle pratiquant le chalutage de fond à langoustine**

Classification hiérarchique directe



**Figure 14 :** Classification ascendante hiérarchique en 4 classes pourcentage d'individus (profils par trait) par classe. Sources : d'après données Obsmer, IFREMER/SIH.

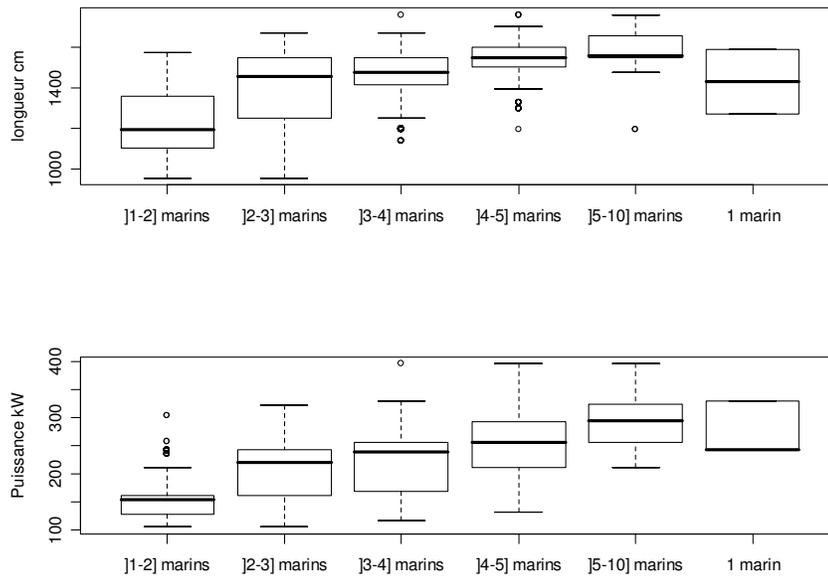
**ANNEXE 1.16 : Fréquentation des rectangles statistiques par les deux sous-flottes langoustinières : la sous-flottille de Sud-Bretagne et la sous-flottille autres régions**



SRG	SB	Autres régions
24E6	602	1
24E5	901	4
24E4	60	2
24E3	5	0
24E2	8	0
23E7	21	120
23E6	495	105
23E5	168	6
23E4	8	0
22E7	12	200
22E6	92	81
22E5	9	5
21E8	3	125
21E7	17	247
21E6	8	16
21E5	0	3
20E8	3	236
20E7	8	125
20E6	1	7
19E8	1	29
19E7	13	10
18E8	9	22
17E8	3	19
16E8	0	24

Source : IFREMER/SIH.

**ANNEXE 1.17 : Box plots des longueurs des navires en cm et puissance en kw par classe d'effectif à bord**



Sources : d'après données IFREMER/SIH/DPMA.

## ANNEXES DU CHAPITRE 2

**ANNEXE 2.1 : Questionnaires**

**1. Questionnaire 2004**

**QUESTIONNAIRE CHALUTIERS LANGOUSTINIERS  
Conditions de travail en particulier du tri à bord**

**A. LE NAVIRE** (en gras les questions à renseigner dans cette partie, le reste peut être pré-renseigné)

**Nom du navire** ..... Quartier et numéro d'immatriculation |\_|\_|  
|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|

Ports de départ.....|\_|\_|\_|\_|\_| de retour.....|\_|\_|\_|\_|\_| de débarquement.....|\_|\_|\_|\_|\_|

Longueur du navire (m): |\_|\_|\_|, |\_| Puissance effective : |\_|\_|\_|\_|\_| kW ou |\_|\_|\_|\_|\_| Ch

**Votre navire a-t-il un pont couvert ?**  oui  non

**Combien d'enrouleurs avez-vous à bord ?** |\_|

**B. PERSONNE ENQUETEE**

Quel est votre statut à bord ? Etes-vous :  patron  matelot  autre : .....

Année d'entrée dans la profession en tant qu'inscrit maritime à la pêche |\_|\_|\_|\_|\_|

Quel âge avez-vous ? |\_|\_| ans

Avez-vous pratiqué une autre profession à terre avant d'être pêcheur :  oui  non  
si oui, laquelle ? .....

Avez-vous des responsabilités dans des organisations professionnelles ?  oui  non nsp  
(Comité des pêches, O.P.,  
Autres :.....)

**C. RYTHME DE TRAVAIL, CARACTERISATION DES MAREES ET REPARTITION DES TACHES**

**Quel est votre rythme de travail par semaine hors conditions météo défavorables? (cocher les j de sorties)**

Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim

**Rythme des marées (remplir obligatoirement les cases grisées) Note: hors situations particulières : accidents, casses...**

	Heure de départ	Heure de retour	Durée marée en h : mn	Temps de route (Aller) en h : mn	Temps de pêche en h : mn	Nombre de traits	Durée d'un trait en h : mn
Minimum							
Moyenne							
Maximum							

**Quelles sont les principales tâches attribuées à chacun?(cocher)**

	Filer/virer	trier	éviscérer	conditionner	réparer	débarquer	Manoeuvrer le bateau
Patron							
Matelot1							
Matelot2							
Matelot3							
.....							

**Personne enquêtée : .....**

Combien de temps arrivez-vous à dormir par marée ? patron |\_\_|\_\_|h|\_\_|\_\_|mn matelot  
|\_\_|\_\_|h|\_\_|\_\_|mn

**D. TRI**

Avez-vous une table de tri des captures? oui non

**Si oui**, pourquoi l'avez-vous adoptée? (liste de référence à préciser/le patron trie, moins pénible, pratique...)

**Si non**, pourquoi? (pas assez d'espace, gêne les manoeuvres, jugé inutile...)

En combien de catégories trie-t-on les langoustines ? |\_\_|\_\_|

Toutes les catégories sont-elles commercialisées sous criée? oui non

Rythme de la dernière marée et temps de tri par trait

	départ	1 <sup>er</sup> trait		2 <sup>e</sup> trait		3 <sup>e</sup> trait		4 <sup>e</sup> trait		5 <sup>e</sup> trait		6 <sup>e</sup> trait		Débarqu
		Fil	Vir	Fil	Vir	Fil	Vir	Fil	Vir	Fil	Vir	Fil	Vir	
<b>Heure</b>														
<b>Durée tri</b>														

	Temps de tri
<b>min</b>	
<b>moyenne</b>	
<b>max</b>	

Temps de tri moyen correspond à : quel **volume de captures total** |\_\_|\_\_|\_\_| kg

quelle **quantité de langoustines** |\_\_|\_\_|\_\_| kg

Au **maximum** combien de **langoustines**? |\_\_|\_\_|\_\_| kg pour quel **temps de tri** ? |\_\_|\_\_|h|\_\_|\_\_|mn

Dans quels cas passez vous **beaucoup de temps à trier** ? (facteurs les plus gênants pour trier)

Hors conditions météo et de mer et à volumes comparables

Présence de **poissons de taille proche de la taille réglementaire**

(nécessite de trier ceux qui sont de taille réglementaire et ceux qui sont hors taille)

langoustine, merlu

La **composition spécifique** des captures Merlan bleu, Chinchard, Crabe nageur, galathés

Des **déchets, substrat** ramenés à bord

Autres : précisez

**Par rapport aux différentes tâches** (filer, virer, éviscérer, réparer, débarquer...) le **tri** est pour vous:  
 une des tâches les plus pénibles    une des tâches les moins pénibles    équivalente aux autres tâches

Pensez-vous que la **qualité du tri** ait beaucoup d'**impact sur le prix de vente** ? (tri sans erreur de classe de taille et langoustine de bonne qualité gardée)    oui    non

*Si oui*, quel serait la différence de prix entre une caisse de langoustines triées (petites) et une caisse de non triées ? |\_\_|\_\_| € ou %

**E. EXPERIENCE**

Avez-vous ou avez-vous connu des problèmes de santé en relation avec votre travail (problèmes de dos, genoux, autres) ?    oui    non    nsp

*si oui*, avez-vous déjà été en arrêt maladie ?    oui    non    Combien de temps depuis 3 ans ? |\_\_|\_\_| j/sem/mois

Si problèmes de santé, sont-ils liés au travail de tri en particulier    oui    non    nsp  
 Avez-vous toujours été embarqué sur le même navire de pêche ?    oui    non    nsp

*Si non*, sur quels types de navires étiez-vous ?

- un côtier                      un hauturier
- un langoustinier            autre.....

*Si oui*, pourquoi êtes vous restés ?

- pourquoi avez-vous changé ?
- moins de temps en mer
- travail à bord moins difficile
- langoustine
- meilleure rémunération
- ambiance à bord
- encorement
- autres raisons précisez : .....

- moins difficile que d'autres métiers
- par intérêt pour le métier du chalutage à
- meilleure rémunération que d'autres métiers
- autres raisons précisez : .....

**F. NOMBRE D'HOMMES A BORD**

Combien d'hommes? |\_\_|  
 Combien d'hommes embarqués réellement ? |\_\_|  
 Combien de jours en mer par an ? |\_\_|\_\_|\_\_|  
 Le nombre d'hommes à bord a-t-il évolué **au cours des dernières années** ?    oui    non    nsp  
*Si oui*, combien d'hommes avant ? |\_\_|

Le **nombre de jours de mer** a-t-il été modifié en conséquence ?    oui    non    nsp  
*Si oui*, de combien ?    + / - |\_\_|\_\_|jours / semaine / mois /an

Prenez-vous quelqu'un en plus l'été?    oui    non    nsp  
 Sortez-vous d'avantage en conséquence ?    oui    non    nsp  
*Si oui*, de combien ?    + / - |\_\_|\_\_|jours / semaine / mois

**Si le nombre d'hommes à bord a varié/varie dans l'année**, le **travail à bord** a-t-il évolué/évolue-t-il en conséquence (temps de tri en particulier) ?

- intensif
  - intensif
- Notes : .....

identique

Quelles sont les raisons pour changer le nombre d'hommes à bord ?

- |  |               |
|--|---------------|
| améliorer les conditions de travail (pénibilité) | Précisez..... |
| améliorer les conditions de tri (efficacité)     | Précisez..... |
| augmenter (réduire) l'activité de pêche          | Précisez..... |
| s'adapter à un changement technique              | Précisez..... |
| autres   | Précisez..... |

La répartition des parts armement/équipage est-elle modifiée dans ces cas là? oui non nsp

*Si oui,*

*Si non,*

y a-t-il eu une nouvelle répartition de la part équipage entre marins? oui non nsp

nsp

Nombre d'hommes à bord	Part équipage	Part armement		Part équipage avant	Part équipage après
				Patron de pêche	
				Mécanicien	
				Matelot 1	
				Matelot 2	
				Matelot 3	
				.....	

**Si le nombre d'hommes à bord n'a pas changé,**

pensez-vous qu'un homme supplémentaire à bord améliorerait vos conditions de travail (temps de tri en particulier)? pas du tout un peu moyennement beaucoup énormément nsp

S'il y avait une personne en plus, votre salaire serait-il modifié? oui non nsp

De combien? .....€ brut (net) /mois ou .....parts

**G. SELECTIVITE**

Avez vous déjà participé à des essais d'amélioration de la sélectivité? oui non nsp

*Si oui,* pour quelles espèces (codes espèces) :

...../...../.....

Avec quels dispositifs de sélectivité :

grille maillasses supérieurs fenêtre à mailles carrées autres précisez :

.....

Quels ont été les résultats?.....

*Si non,* pourquoi? .....

Que pensez-vous de l'utilité de ces dispositifs de sélectivité pour la conservation de la ressource ?

utiles inutiles nsp Commentaires : .....

suffisant insuffisant nsp Commentaires : .....

**Commentaires :**

.....

Pour votre activité, l'amélioration de la sélectivité a modifié / pourrait modifier :

Le temps de tri :      oui    non    nsp      Si **oui** de combien : |\_|\_|\_|\_| (min par trait ou %)

La durée des traits oui    non    nsp      si oui + ou -

Le nombre de traits oui    non    nsp      si oui + ou -

L'efficacité du chalut oui    non    nsp      si oui + ou -

Votre chiffre d'affaires oui    non    nsp      Si **oui** de combien : |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| € ou %

Autres, précisez : .....

En principe, un gain de sélectivité peut se traduire par une perte à court terme, mais un gain à long terme.

Dans le cas où un dispositif de sélectivité était adopté, quelle serait, selon vous, **la réduction maximale immédiate de chiffre d'affaires acceptable** ? |\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| € / %

La répartition des navires par quartier maritime et classe d'effectif est représentée dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour les navires échantillonnés, les navires langoustiniers des Quartiers échantillonnés et l'ensemble des navires langoustiniers.

**2. Entretien sur le travail de tri des captures. Questionnaire complémentaire 2007**

**Travail de tri des captures**

Nom du navire .....	
Quartier et numéro d'immatriculation	_ _   _ _ _ _ _ _ _ _

**Pré-renseigné**

pont couvert ? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	
table de tri des captures? <input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	
Durée moyenne de la marée	_ _ _ _ lh
Nombre d'hommes à bord	_ _

patron    matelot    autre : .....

**A. TEMPS DE TRI ET PENIBILITE**

**A.1.** Nombre d'hommes qui participent au tri      |\_|\_|\_|

**A.2.** Le temps de tri est-il :  
           très variable   
           ou triez-vous toujours à peu près autant de temps

**A.3.** Combien de temps passez vous à trier les captures par trait?

Tps tri/trait

Au minimum quand 2 paniers de langoustines

Au maximum quand 6 paniers de langoustines

En moyenne quand 2-3 paniers de langoustine et un peu de poisson

Quand 2-3 paniers de langoustine très pure

Quand volume moyen 3 paniers mais beaucoup de petites langoustines

Quand volume moyen 3 paniers mais beaucoup d'autres espèces

En été quand les langoustines ne doivent pas passer trop de temps sur le pont

Autre situation

**A.4.** En moyenne au cours de la marée combien de temps passez-vous à trier ? en h  
En % du temps en mer ?

**A.5.** Est-ce la tâche qui prend le plus de temps ?  OUI  NON

**A.6. Par rapport aux autres tâches à bord** (filer, virer, éviscérer, réparer, débarquer...) le **tri** est pour vous:

- beaucoup plus pénible
- un peu plus pénible
- équivalent aux autres tâches
- une des tâches les moins pénibles
- nsp

## B. TRI DES CAPTURES

**B.1. Le temps de tri est-il limité**

- par d'autres tâches à accomplir (par exemple réparer le chalut)
- par le trait suivant qui doit être viré
- par le retour au port
- par la question de la fraîcheur de la langoustine
- autre

**B.2. Triez-vous toujours pareil**, ramassez-vous toujours les mêmes espèces et tailles, quelles que soient les conditions météo, le temps qu'il vous reste avant de rentrer au port ou avant de virer le trait suivant, le marché

ou **adaptez vous votre tri**, vous arrive-t-il de ne pas ramasser des espèces ou taille qui auraient pu être commercialisées par manque de temps en particulier

**B.3. Par exemple en été**, êtes-vous obligés d'adapter le tri pour que ça prenne moins de temps lorsqu'il y a des **gros volumes** capturés et que la **langoustine ne doit pas rester trop longtemps sur le pont** ?  OUI  NON

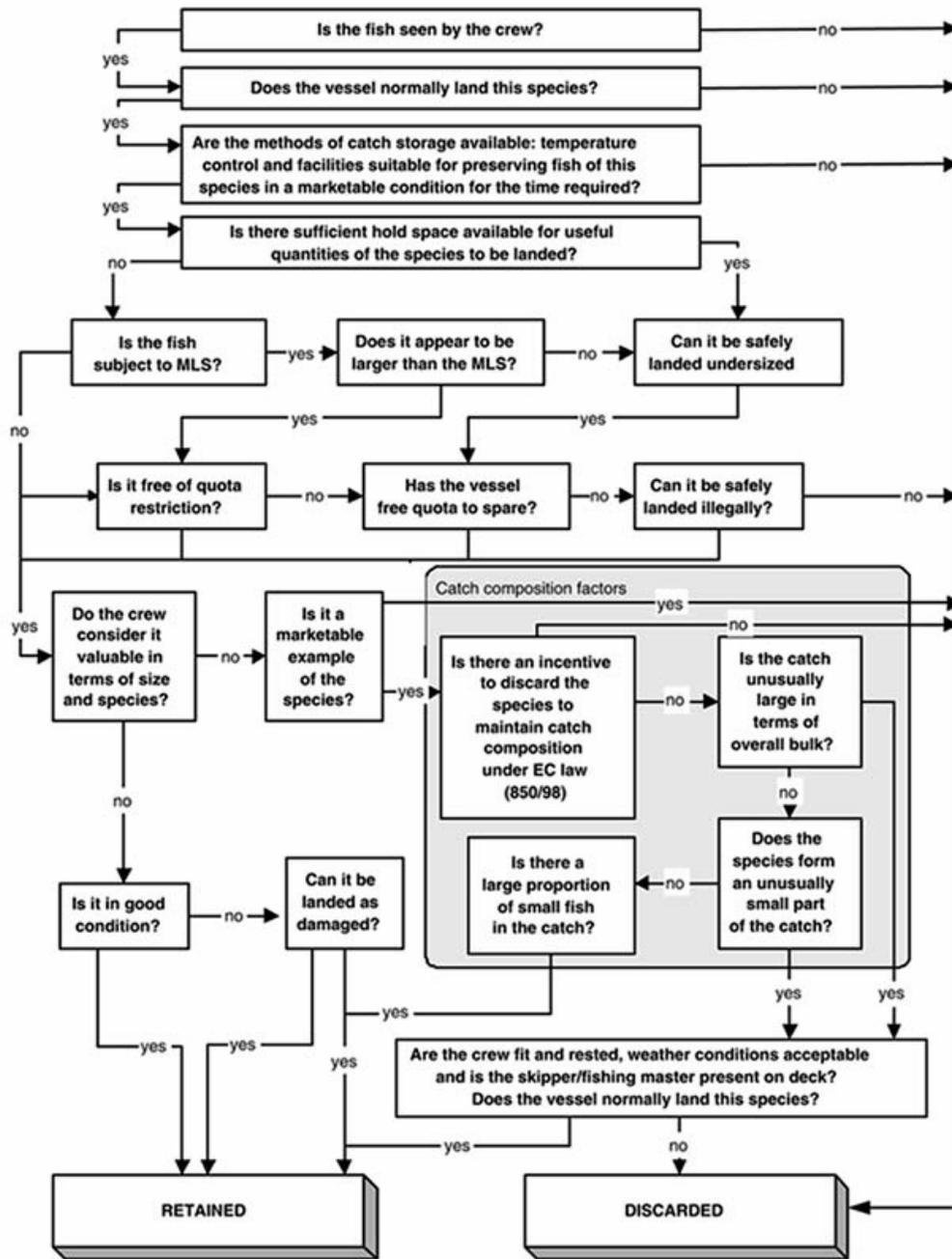
Si OUI comment ?

- Tri plus gros ?
- Seulement langoustine ramassée
- Autre

**B.4.** Et lorsque le **dernier trait vient d'être viré** et qu'il reste **peu de temps avant le retour au port**, adaptez vous le tri pour qu'il soit **terminé quand vous arrivez au port** ?  OUI  NON



ANNEXE 2.2 : Routes de rejet possibles



Source : Lart, 2002

**ANNEXE 2.3 : Guide d'entretien avec les observateurs en mer**

Il s'agissait de compléter le tableau :

- pour chaque métier engendrant des rejets
- distinguer par QAM s'il existe des variations de pratiques de rejet locales

distinguer par classe de longueur de navires [<7m, 7-9m, 9-12 m, 12-16 m, 16-20 m, 20-24 m, 24-40 m] s'il existe des différences de pratiques selon la longueur des navires précisez alors si ces différences ne sont pas plutôt liées au nombre d'hommes à bord

**Nom Observateur en mer :**

**Métier 1 engin espèces cibles zone :**

**Durée marée :**

Type de raison de rejet	Exemples d'espèces/catégories rejetées pour cette raison	Raison de rejet - fréquente 1 - rare 2 - jamais 3
<b>Marché/valorisation</b>		
Espèces non commercialisées		
Espèces normalement commercialisées mais abîmées		
Faible demande pour cette espèce (elle peut rester invendue)		
Faible demande pour ces tailles de captures (invendues si débarquées) localement		
Faible demande pour ce sexe (invendu si débarqué)		
Espèce non commercialisable dans le port de débarquement, commercialisation dépendant du type de vente		
Quantité trop importante pour des captures dont la demande est irrégulière		
Captures ne correspondant pas à la commande pour cette marée		
Objectif de tonnage atteint		
Faible prix pour cette espèce comparé à l'effort de tri à fournir		
Faible prix pour ces tailles de captures comparé à l'effort de tri à fournir		
Quantité pêchée trop faible pour débarquer		
<b>Contraintes de temps et de pénibilité</b>		
Sont difficiles à trier, trop d'effort pour l'équipage		
Houle, conditions météorologiques difficiles, plus les conditions météorologiques sont dures plus le tri est grossier ?		
Manque de temps pour trier les captures avant le trait suivant Avarie ou très grosse pochée		
Manque de temps pour trier les captures avant la fin de la marée, dernier trait moins bien trié que les autres ?		
Manque de main d'œuvre, Embauche saisonnière nécessaire à la haute saison pour pouvoir tout trier		
<b>Réglementation</b>		
Respect de tailles minimales de capture		
Respect de quotas national de capture		
Respect de quotas de capture/ OP		
Respect de quotas individuels de capture		
Respect date d'ouverture de pêche (saison de pêche)		
Respect de taux de prises accessoires		

<i>Respect d'autres interdictions</i>		
<i>Aspects sanitaires</i>		
<b>Contraintes techniques</b>		
Limite de la capacité de cale préfèrent rejeter cette espèce pour pouvoir pêcher d'autres poissons de plus grande valeur		
Absence de vivier		
<b>Autres raisons</b>		

**Questions supplémentaires posées :**

Avez-vous constaté des pratiques de tri différentes selon les ports pour un même métier ? Précisez les raisons de ces différences locales (habitude de trier plus petits, de rejeter plus, marchés locaux, OP plus exigeantes,...)

Existe-t-il des variations de pratiques de tri selon la classe de longueur des navires ? Raisons (nombre d'hommes à bord, composition des captures// puissance et lieux de pêche...)

Indépendamment des différences de captures : à capture identique tonnage et composition certains trient plus gros par exemple, précisez ?

Avez-vous constaté des cas où le temps presse et oblige à trier plus grossièrement, à rejeter plus (durée de marée limitée, retour au port, trait suivant doit être viré...)

Précisez si vous avez remarqué des différences de pratiques de tri selon la durée des marées : lorsque la durée des marées est limitée, avez-vous par exemple remarqué un tri plus grossier lors de la dernière opération au moment du retour vers le port ? (différence par exemple entre les navires langoustiniers qui rentrent pour la criée vers 17h et ceux qui font du poisson la nuit et ne débarquent que le matin)

Précisez si vous avez remarqué des différences de pratiques de tri lorsque le trait suivant doit être viré (avarie, ou quand les quantités à trier étaient importantes et que le trait suivant doit être viré au risque de perdre en qualité par exemple?)

Le tri varie-t-il entre le début et la fin de la marée ? pratiques de tri différentes au cours de la marée, si oui, précisez les raisons :  
(Fatigue de l'équipage trient donc plus grossièrement rejettent plus, capacité de la cale limitante...)  
ex : roussettes gardées en début de marée, rejetées après

Y a-t-il des embauches saisonnières liées au travail de tri plus important à certaines périodes de l'année (ex langoustiniers embauchent parfois un jeune pour l'été qui aide au travail de tri)

Précisez les causes des saisonnalités de rejet si elles existent : variabilité annuelle liée à la biologie de l'espèce (araignées par ex), liée au respect de quotas, au marché demande variable...

Des conditions météorologiques difficiles entraînent-elles selon vous des rejets plus importants ?

**ANNEXE 2.4 : Résultats des entretiens avec les observateurs en mer par métier**

Type de raison de rejet	Chalutage à perche à sole	Commentaires/ex espèces
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	petits tacaud
Marché/valorisation	Faible demande pour ces tailles de captures	tacaud limande
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	pétoncles vanneaux
Type de raison de rejet	Chalutage de fond à céphalopode + divers	Commentaires/ex espèces
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	petits tacauds, callionyme
Marché/valorisation	Espèces abîmées	
Marché/valorisation	Faible demande pour ces tailles de captures	petits tacauds, petite limande, petits
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	
Type de raison de rejet	Chalutage de fond à langoustine	Commentaires/ex espèces
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	Tous les gobidés, enormement d'espèces non commerciales : argentines, arnoglosses, petits
Marché/valorisation	Espèces abîmées	
Marché/valorisation	Faible demande pour ces tailles de captures	petits tacauds, petits grondins,
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	merlan bleu, mostelles, limandes-
Marché/valorisation	Faible prix pour ces tailles / effort de tri	petits tacauds, petites galathées
Marché/valorisation	Faible prix pour cette espèce/ effort de tri	seiche
Marché/valorisation	Quantité pêchée trop faible pour débarquer	
Marché/valorisation	Quantité trop importante demande irrégulière	galathées
Réglementation	Respect date d'ouverture de pêche	
Réglementation	Respect de quotas national de capture	
Réglementation	Respect de quotas de capture/ OP	
Réglementation	Respect de quotas individuels de capture	
Réglementation	Respect de tailles minimales de capture	langoustine, sole, merluchons
Réglementation	Respect de taux de prises accessoires	
Type de raison de rejet	Chalutage de fond à sole	Commentaires/ex espèces
Contraintes temps pénibilité	Houle, conditions météorologiques difficiles	tri plus grossier
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant fin marée	dernier trait trié plus grossièrement
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant trait suivant	
Contraintes temps pénibilité	Sont difficiles à trier, trop d'effort pour l'équipage	Etrille, bulot
Marché/valorisation	Espèce non commercialisable dans le port de	
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	Chinchard, petit tacaud [Trisopterus minutus], callionymes, sardines,
Marché/valorisation	Espèces abîmées	
Marché/valorisation	Faible demande pour ces tailles de captures	tacaud, grondins, limandes, plies de
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	Flet, tacaud, maquereau, araignées
Marché/valorisation	Faible prix pour ces tailles / effort de tri	petits tacauds communs sépiens
Marché/valorisation	Faible prix pour cette espèce/ effort de tri	limande, flet
Marché/valorisation	Quantité pêchée trop faible pour débarquer	sépiens étrilles bulots
Réglementation	Respect de quotas national de capture	
Réglementation	Respect de quotas de capture/ OP	
Réglementation	Respect de tailles minimales de capture	solettes (hors criée)
Type de raison de rejet	Chalutage de fond à sole, seiche, maigre	Commentaires/ex espèces
Contraintes temps pénibilité	Houle, conditions météorologiques difficiles	tri plus grossier, seules les espèces
Contraintes temps pénibilité	Manque de main d'œuvre	souvent seuls à bord donc tri plus
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant fin marée	dernier trait sur le trajet du retour
		tri plus grossier seulement espèces
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant trait suivant	cibles ramassées, tri des espèces
		cibles seulement et des plus gros
Contraintes temps pénibilité	Sont difficiles à trier, trop d'effort pour l'équipage	chipirons, crevettes grises, pétoncles,
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	chinchard, petit tacaud [Trisopterus minutus], callionymes, sardines,
Marché/valorisation	Espèces abîmées	toutes
Marché/valorisation	Faible demande pour ces tailles de captures	tacaud, grondins (<20-25), congre
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	tacaud, bogue
Réglementation	Respect date d'ouverture de pêche	coquilles saint jacques et pétoncles
Réglementation	Respect de quotas national de capture	maquereaux
Réglementation	Respect de quotas de capture/ OP	soles pour les navires hors OP
Réglementation	Respect de tailles minimales de capture	toutes espèces
Type de raison de rejet	Chalutage pélagique au bar (en bœufs)	Commentaires/ex espèces
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	sprat, poisson lune, dauphin
Marché/valorisation	Espèces abîmées	bar
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	mulet, orphie, chinchard, maquereau
Marché/valorisation	Quantité pêchée trop faible pour débarquer	mulet, orphie, chinchard, maquereau,
Réglementation	Respect de tailles minimales de capture	

Annexes de la Partie 1 - Chapitre 2 : Rejets et comportements de tri

Type de raison de rejet	Chalutage pélagique au germon (en bœufs)	Commentaires/ex espèces
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	poisson lune, dauphin
Marché/valorisation	Espèces abîmées	germon

Type de raison de rejet	Chalutage pélagique en bœufs à sardine, anchois	Commentaires/ex espèces
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant trait suivant	depend du prix de l'anchois s'il est cher peut etre rentable de trier et de sardine chinchard sprat
Marché/valorisation	commande marée	sardine, chinchard, maquereau, merlan, merlu toutes especes
Marché/valorisation	Espèce non commercialisable port débarq	
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	
Marché/valorisation	Espèces abîmées	anchois, sardine
Marché/valorisation	Faible demande pour ces tailles de captures	sprat chinchard
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	sardine sprat chinchard
Marché/valorisation	Faible prix pour ces tailles / effort de tri	chinchard
Marché/valorisation	Faible prix pour cette espèce/ effort de tri	
Marché/valorisation	Objectif de tonnage atteint	
Marché/valorisation	Quantité pêchée trop faible pour débarquer	
Marché/valorisation	Quantité trop importante demande irrégulière	sardine
Réglementation	Respect date d'ouverture de pêche	anchois
Réglementation	Respect de quotas national de capture	
Réglementation	Respect de quotas de capture/ OP	
Réglementation	Respect de quotas individuels de capture	
Réglementation	Respect de tailles minimales de capture	anchois 12 cm
Réglementation	Respect de taux de prises accessoires	

Type de raison de rejet	Fileyage à lottes	Commentaires/ex espèces
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	quelques rares espèces
Marché/valorisation	Espèces abîmées	merlu, julienne, lotte, lieu jaune,
Marché/valorisation	Quantité pêchée trop faible pour débarquer	pétoncles, coquilles saint jacques
Réglementation	Respect de tailles minimales de capture	araignées

Type de raison de rejet	Fileyage à sole trémail à sole 100 mm	Commentaires/ex espèces
Contraintes temps pénibilité	Houle, conditions météorologiques difficiles	tri plus grossier
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant fin marée	dernier trait tri plus grossier
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant trait suivant	araignées
Contraintes temps pénibilité	Sont difficiles à trier, trop d'effort pour l'équipage	araignées et tourteaux pinces des
Marché/valorisation	Espèce non commercialisable port débarq	
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	araignées, tacaud, sardines,
Marché/valorisation	Espèces abîmées	araignées molles
Marché/valorisation	Faible demande pour ces tailles de captures	petites limandes et plies
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	flet tacaud
Marché/valorisation	Faible prix pour ces tailles / effort de tri	araignées
Marché/valorisation	Faible prix pour cette espèce/ effort de tri	
Marché/valorisation	Quantité pêchée trop faible pour débarquer	
Réglementation	Respect de quotas national de capture	
Réglementation	Respect de quotas de capture/ OP	
Réglementation	Respect de tailles minimales de capture	petites coquilles saint jacques, plies

Type de raison de rejet	Fileyage à sole trémail à sole 90 mm	Commentaires/ex espèces
Contraintes temps pénibilité	Houle, conditions météorologiques difficiles	tri a quai
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant fin marée	tri a quai
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant trait suivant	tri a quai
Contraintes temps pénibilité	Sont difficiles à trier, trop d'effort pour l'équipage	araignées et tourteaux trop longs a demailler et trop nombreux, pinces
Marché/valorisation	Espèce non commercialisable port débarq	
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	Araignées, sardines, maquereaux
Marché/valorisation	Espèces abîmées	toute espece et plus rarement
Marché/valorisation	Faible demande pour ces tailles de captures	especes de prix eleve quand le filet
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	petite limande et plies
Marché/valorisation	Faible prix pour ces tailles / effort de tri	flet, tacaud
Marché/valorisation	Faible prix pour cette espèce/ effort de tri	
Marché/valorisation	Quantité pêchée trop faible pour débarquer	roussettes, qqfois beaucoup
Réglementation	Respect de quotas national de capture	
Réglementation	Respect de quotas de capture/ OP	
Réglementation	Respect de tailles minimales de capture	

Type de raison de rejet	Fileyage à Turbot Trémail à turbot 270 mm	Commentaires/ex espèces
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant trait suivant	
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	

Type de raison de rejet	Fileyage maillant à cabillaud	Commentaires/ex espèces
Contraintes temps pénibilité	Houle, conditions météorologiques difficiles	tri a quai
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant fin marée	tri a quai
Contraintes temps pénibilité	Manque de temps pour trier avant trait suivant	tri a quai
Contraintes temps pénibilité	Sont difficiles à trier, trop d'effort pour l'équipage	
Marché/valorisation	Espèce non commercialisable port débarq	
Marché/valorisation	Espèces non commercialisées	
Marché/valorisation	Espèces abîmées	
Marché/valorisation	Faible demande pour ces tailles de captures	
Marché/valorisation	Faible demande pour cette espèce	Tacaud
Marché/valorisation	Faible prix pour ces tailles / effort de tri	
Marché/valorisation	Faible prix pour cette espèce/ effort de tri	hareng
Marché/valorisation	Quantité pêchée trop faible pour débarquer	tacaud
Réglementation	Respect de quotas national de capture	
Réglementation	Respect de quotas de capture/ OP	
Réglementation	Respect de tailles minimales de capture	

### ANNEXE 2.5: Caractéristiques de la courbe de sélection manuelle ou courbe de tri

La courbe de sélection manuelle ou courbe de tri est une fonction logistique décrite par trois points remarquables ( $L_{25}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{75}$ ) (, Figure 12) :

- le  $L_{25}$  : classe de longueur à l'intérieur de laquelle on observe le point 25% c'est-à-dire classe de longueur pour laquelle la probabilité d'être débarqué est de 25%
- le  $L_{50}$  : classe de longueur à l'intérieur de laquelle on observe le point 50% c'est-à-dire classe de longueur pour laquelle la probabilité d'être débarqué est de 50%
- le  $L_{75}$  : classe de longueur à l'intérieur de laquelle on observe le point 75% c'est-à-dire classe de longueur pour laquelle la probabilité d'être débarqué est de 75%

L'écart de sélection ES est défini par  $ES=L_{75}-L_{25}$ ,  $L_{75}-L_{25} = \beta * L_{50}$

Les courbes de tri sont de la forme :

$$\phi(L) = \frac{1}{1 + \exp(\alpha(L-L_{50}))}, \quad \alpha = \frac{2 \cdot \ln(3)}{ES}$$

Dans le cas où l'écart de sélection est nul  $ES=0$ , la courbe de tri a la forme représentée en Figure 1 et dans le cas où l'écart de sélection n'est pas nul, la courbe de tri a l'allure représentée en Figure 2 :

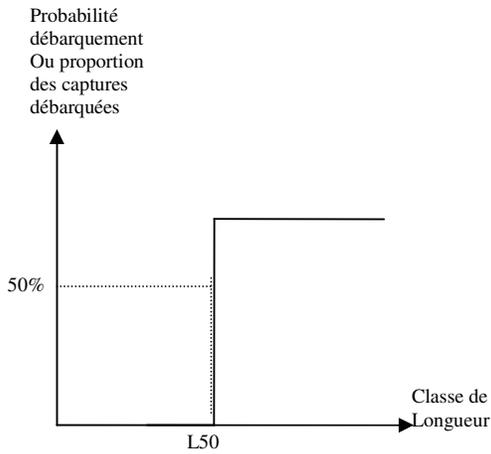


Figure 15 : Courbe de tri avec ES=0

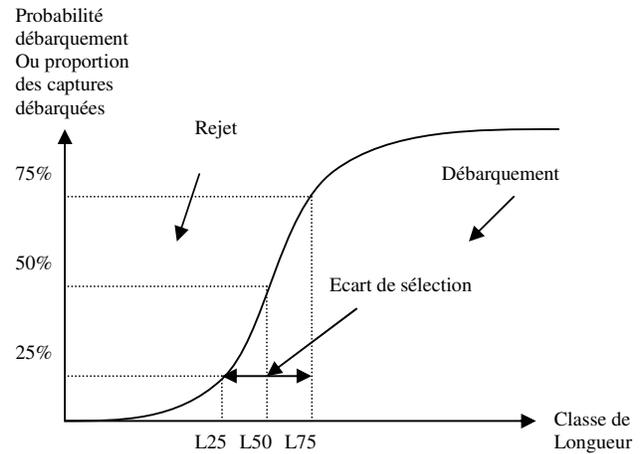
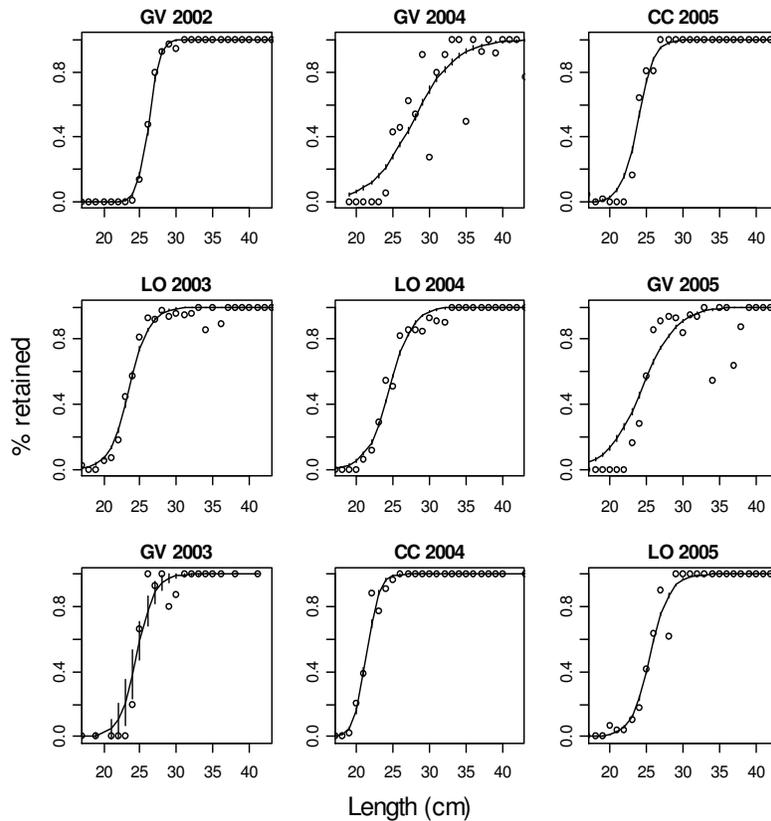


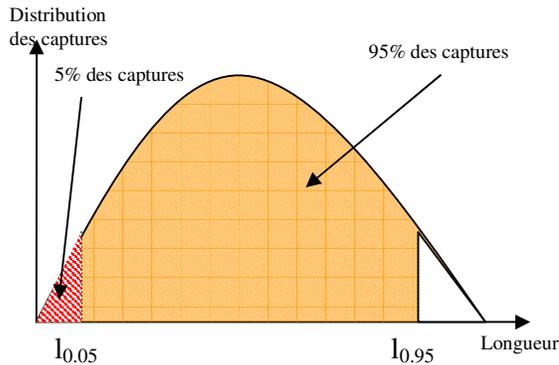
Figure 16 : Courbe de tri avec ES différent de 0

**ANNEXE 2.6: Exemples de courbes de tri de marées de différentes années et de différents quartiers**

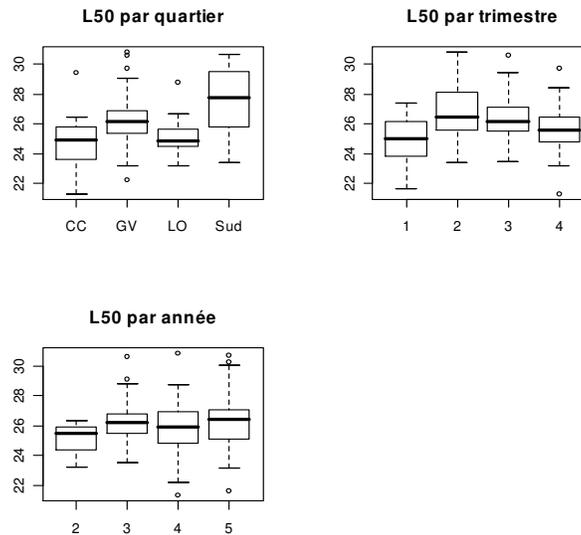


CC Concarneau, GV Le Guilvinec, LO Lorient. Cercles: données, courbe: modèle logit de la proportion retenue, lignes verticales: intervalle de confiance (95%) des proportions prédites. Source : Rochet *et al.*, 2006

**ANNEXE 2.7 : Définition du  $l_{0,05}$  et  $l_{0,95}$**



**ANNEXE 2.8 : Variabilité du L50 (taille à laquelle 50% des captures sont rejetées) de la langoustine en fonction du quartier, du trimestre et de l'année (2002, 2002, 2003, 2004)**



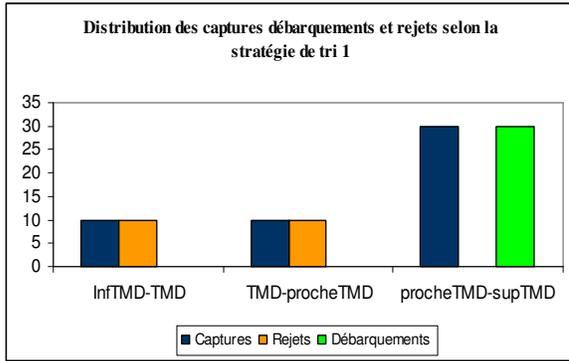
Source : Rochet *et al.*, 2006

**ANNEXE 2.9: Effet d'une modification de composition en longueur des captures de langoustine à volume capturé constant**

On suppose ici un volume de capture de 50 kg de langoustines. On distingue trois classes de longueur :  
 Classe InfTMD-TMD : classe délimitée par une taille inférieure à la taille minimale de débarquement et la taille minimale de débarquement comme borne supérieure

Classe TMD-proche TMD : classe délimitée par la taille minimale de débarquement et une taille proche de la taille minimale de débarquement comme borne supérieure

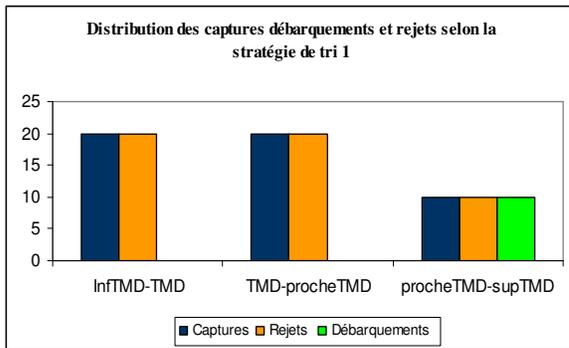
Classe procheTMD-sup TMD : classe délimitée par une taille proche de la taille minimale de débarquement et une taille supérieure à la taille minimale de débarquement comme borne supérieure.



débarquements est celle représentée ci-dessus . On a donc 30kg de grandes langoustines débarquées et 20 kg de petite langoustine rejetée.

Dans un premier cas, la distribution en longueur des captures montre une proportion de langoustines de grande taille (Classe procheTMD-sup TMD) importante (3/5).

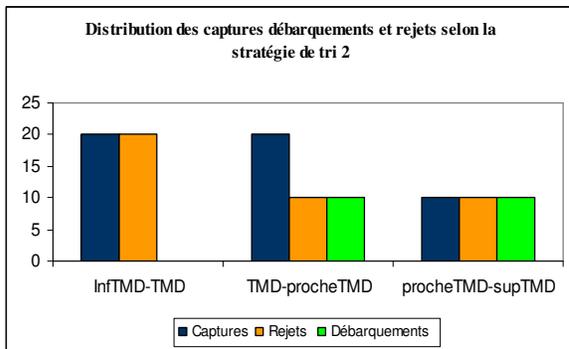
En suivant une stratégie de tri 1 selon laquelle on ne débarque que les langoustines de la plus grande classe de longueur procheTMD-sup TMD, la distribution en longueur des rejets et



la plus grande classe de longueur procheTMD-sup TMD, la distribution en longueur des rejets et débarquements celle représentée ci-dessus.

Dans un deuxième cas, la distribution en longueur des captures montre une proportion de langoustines de grande taille (Classe procheTMD-sup TMD) plus faible (1/5) et une proportion de langoustines de petite taille (Classe InfTMD-proche TMD) importante (4/5).

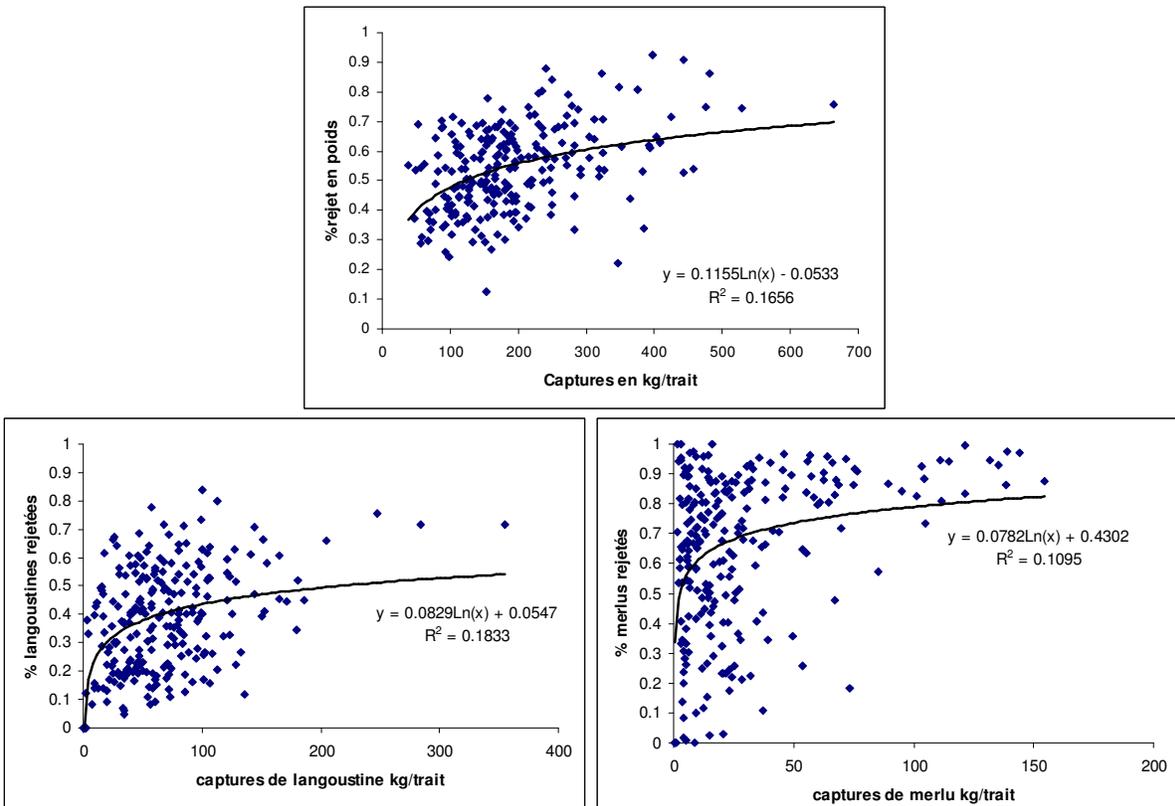
En suivant une stratégie de tri 1 selon laquelle on ne débarque que les langoustines de



10kg de grandes langoustines et 10kg de petites et 30 kg de rejets. On suppose dans le cas de cette stratégie qu'une partie des langoustines de longueur proche de la taille minimale de débarquement est débarquée pour compenser les faibles quantités de grandes langoustines.

Dans le cas d'une stratégie de tri identique au premier cas, on aurait 10kg de grandes langoustines débarquées et 40 kg de rejets. On suppose cependant que dans le cas où les captures sont de petite taille, la stratégie de tri est modifiée pour maximiser le profit, on aurait la distribution des débarquements et rejets de la Figure 19 : 20kg de langoustines débarquées,

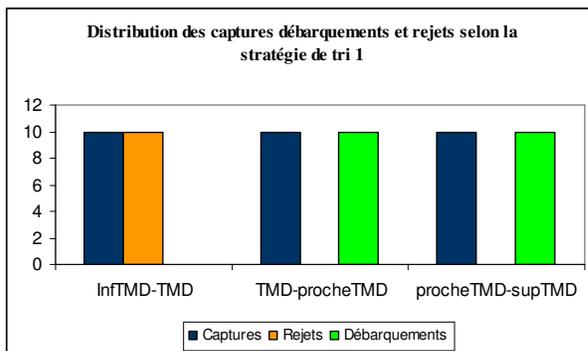
**ANNEXE 2.10 : Pourcentage de rejet en fonction du volume total capturé par trait moyen**



**Figure 17:** Pourcentage de rejet totaux par trait (toutes espèces confondues) en fonction des captures totales en kg/trait et pourcentage de rejet de langoustine et merlu en fonction des captures de langoustine et merlu en kg/trait. Source : données Obsmer IFREMER/SIH.

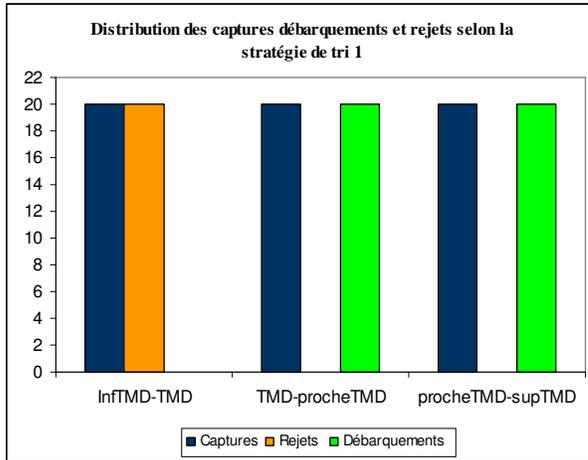
**ANNEXE 2.11: Effet d’une modification du volume de langoustine capturé à composition en longueur des captures constante**

On suppose que la composition en longueur des captures est constante et qu’un tiers des captures sont de classe de longueur InfTMD-TMD, un tiers de classe TMD-procheTMD et un tiers de classe procheTMD-sup TMD.



Dans un premier cas, le volume capturé est de 30 kg de langoustine. La distribution en longueur des rejets et débarquements est la suivante suivant une stratégie de tri selon laquelle on ne débarque que les langoustines de la plus grande classe de longueur procheTMD-sup TMD et celle de taille proche de la taille minimale de débarquement. On a donc 20kg de

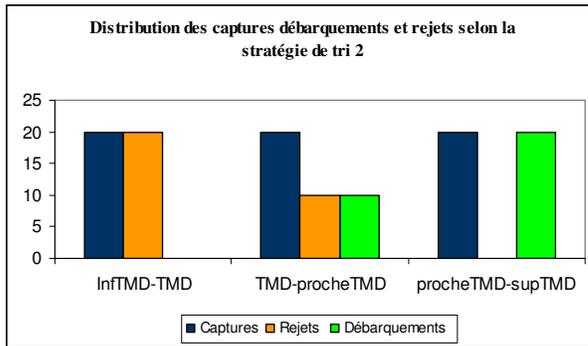
langoustines débarquées et 10 kg de petite langoustine rejetée.



Dans un deuxième cas, on suppose qu'on a capturé 60kg de langoustines. La distribution en longueur des rejets et débarquements serait donc identique suivant une stratégie de tri identique à la précédente. On aurait 40kg de grandes langoustines débarquées et 20 kg de rejets.

On suppose cependant que dans le cas où le volume capturé devient important, la stratégie de tri est modifiée pour maximiser

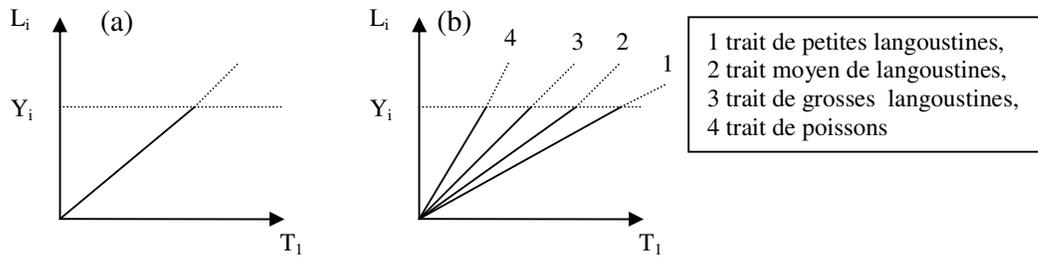
le profit en minimisant les coûts de tri donc le volume débarqué. On aurait donc la distribution des débarquements et rejets ci-dessus.



On suppose dans le cas de cette stratégie qu'une partie des langoustines de longueur proche de la taille minimale de débarquement est rejetée. On aurait alors 30kg des plus grandes langoustines débarquées, 30kg des plus petites langoustines rejetées.

## ANNEXE 2.12 : Forme de la fonction de tri

Une hypothèse simplificatrice est de supposer que la productivité marginale du tri par trait est constante et indépendante de l'espèce ou de la taille considérée ou du volume global capturé (Figure 18 a), la fonction de tri est linéaire. Il existe une contrainte de capture, les débarquements  $L_i$  ne peuvent pas dépasser les captures  $Y_i$  de l'espèce-catégorie  $i$ . Une autre hypothèse est de supposer que la productivité marginale du tri est constante au cours du temps mais dépend en revanche de l'espèce ou de la taille considérée (Figure 18 b), la fonction de tri est linéaire et la pente dépend de l'espèce et de la taille des captures. Un trait constitué uniquement de poissons serait plus facile à trier (courbe 4) qu'un trait moyen de langoustines (courbe 2), de même, un trait de grosses langoustines (courbe 3) serait plus rapide à trier qu'un trait de petites langoustines (courbe 1). La présence de déchets, d'espèces difficiles à trier ou d'espèces sans valeur commerciale (notamment galathées et crabes nageurs dans le cas de la pêcherie langoustinière du golfe de Gascogne) interviendrait également sur la pente de la courbe.



**Figure 18 :** (a) Allure de la fonction de tri sous hypothèse de productivité marginale du tri par trait constante et indépendante de l'espèce, de la taille ou du volume capturé (b) Allure de la fonction de tri sous hypothèse de productivité marginale du tri constante au cours du temps et dépendante de l'espèce ou de la taille.

Une hypothèse de travail se rapprochant davantage de la réalité est de considérer que l'efficacité du tri diminue lorsque le temps de tri augmente c'est-à-dire que la productivité marginale du tri décroît au fur et à mesure du temps (voir productivité du travail en agriculture...) :

$$\frac{\partial^2 L_i}{\partial^2 T_i} < 0$$

Cette propriété permet de prendre en compte le fait que lorsque l'on trie une catégorie, sa quantité dans les captures diminue et le temps de tri augmente donc avec la dispersion (ou dilution) du volume de captures de la catégorie à trier dans le volume global<sup>2</sup>. Lorsque le temps de tri de la catégorie i augmente, le volume de capture non trié restant de cette catégorie diminue et il devient plus difficile d'extraire de l'ensemble des captures, les captures de cette catégorie qui pourront être débarquées. Les rendements de l'effort de tri de cette catégorie diminuent. De même, dans le cas de la fonction de capture, lorsque l'effort de pêche augmente, la taille du stock diminue et les rendements de l'effort de pêche diminuent.

Dans le cas du tri d'autre part, la fatigue de l'équipage augmente lorsque le temps de tri augmente et peut également contribuer à diminuer la productivité marginale du tri. Selon la composition spécifique des captures, la taille des captures, le volume de déchet ou substrat dans les captures ou les conditions météorologiques, le tri est plus ou moins pénible et la productivité marginale du tri peut décroître plus ou moins rapidement.

<sup>2</sup> Cela peut faire référence, dans la fonction de capture, à la capturabilité qui prend en compte la densité du stock. La fonction de capture est à rendements d'échelle croissants.

**ANNEXE 2.13 : Problème de tri optimal de deux catégories commerciales à très courte période dans le cas d'une contrainte de temps de tri**

On décrit les comportements de tri dans le cas de :

- deux espèces ou catégories commerciales ( $i=1,2$ ), c'est-à-dire telles que  $p_1 > 0, p_2 > 0$
- un ensemble de captures non commerciales en quantité  $Z$ , c'est-à-dire telles que  $p_0 = 0$

La fonction de tri est:

$$L_i = Y_i(1 - e^{-a_i T_i}), i=1,2$$

$$\text{avec } a_i = \frac{b_i}{Z + Y_j}, \begin{cases} i = 1,2 \\ j = 1,2, i \neq j \end{cases}$$

A très courte période, on suppose que  $Z, Y_1, Y_2$  sont donnés ( $Z > 0, Y_1 > 0, Y_2 > 0$ ) et donc également  $a_1$  et  $a_2$ . On suppose qu'il existe une contrainte de temps de tri  $T_{\max}$  donnée. On suppose que les pêcheurs sont price-takers, les prix des deux catégories commerciales  $p_1$  et  $p_2$  sont donnés. Il n'y a ni coût d'opportunité du tri ni contrainte de cale, quota...

**Problème de tri et étude de la fonction objectif**

Le problème de tri peut s'écrire :

Déterminer  $T_1, T_2$

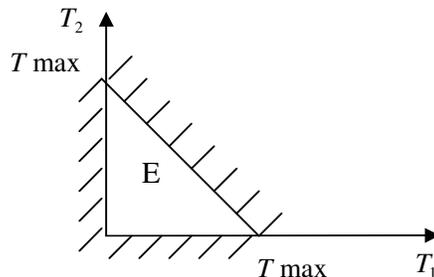
$$\text{Tel que : } [\Pi = p_1 L_1 + p_2 L_2 = p_1 Y_1(1 - e^{-a_1 T_1}) + p_2 Y_2(1 - e^{-a_2 T_2})] \rightarrow \max$$

$$\text{Sous (1) } T_1 \geq 0$$

$$(2) T_2 \geq 0$$

$$(3) T_{\max} - T_1 - T_2 \geq 0$$

Le domaine E des solutions possibles, délimité par les contraintes (1), (2), (3) est présenté dans la Figure 19.



**Figure 19** : Domaine E des solutions possibles du problème de tri optimal de deux catégories commerciales à très courte période dans le cas d'une contrainte de temps de tri

La fonction objectif est telle que :

$$\Pi(T_1, T_2) = \sum_{i=1}^2 p_i Y_i (1 - e^{-a_i T_i})$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \Pi_i = \frac{\partial \Pi}{\partial T_i} = a_i p_i Y_i e^{-a_i T_i} > 0, i = 1, 2 \\ \Pi_{ii} = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial T_i^2} = -a_i^2 p_i Y_i e^{-a_i T_i} = -a_i \Pi_i < 0, i = 1, 2 \\ \Pi_{ij} = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial T_i \partial T_j} = 0, i = 1, 2, j = 1, 2, i \neq j \end{cases}$$

La fonction  $\Pi(T_1, T_2)$  est strictement concave :

$$\Pi_{11} < 0$$

$$\begin{vmatrix} \Pi_{11} & \Pi_{12} \\ \Pi_{21} & \Pi_{22} \end{vmatrix} = \Pi_{11} \Pi_{22} > 0$$

Elle est en outre bornée supérieurement :

$$\Pi(T_1, T_2) < p_1 Y_1 + p_2 Y_2, \forall (T_1, T_2)$$

**Etude des courbes d'isoprofit**  $T_2 = f_{\Pi}(T_1)$

Les courbes d'isoprofit  $T_2 = f_{\Pi}(T_1)$  sont strictement décroissantes et strictement convexes :

$$\frac{dT_2}{dT_1} = -\frac{\Pi_1}{\Pi_2} < 0$$

$$\frac{d^2 T_2}{dT_1^2} = -\frac{\Pi_{11}(\Pi_2)^2 + \Pi_{22}(\Pi_1)^2}{(\Pi_2)^3} = a_1 \frac{\Pi_1}{\Pi_2} + a_2 \left( \frac{\Pi_1}{\Pi_2} \right)^2 > 0$$

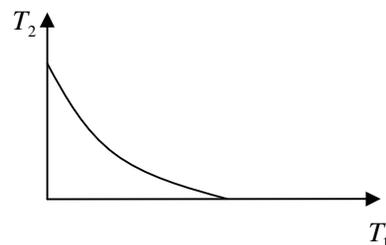
On étudie ensuite les intersections éventuelles avec les axes :

$$T_i = 0 \Leftrightarrow \Pi = p_j Y_j (1 - e^{-a_j T_j}) \Leftrightarrow T_j = \frac{1}{a_j} \ln \left( \frac{p_j Y_j}{p_j Y_j - \Pi} \right)$$

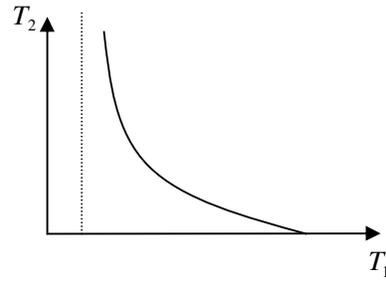
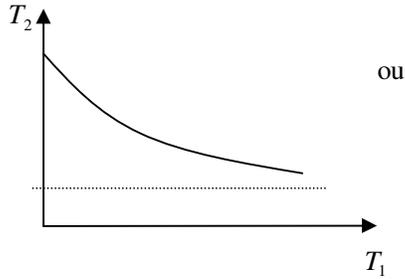
cette égalité nécessite que  $p_j Y_j > \Pi$ . Selon le niveau de  $\Pi$  et les niveaux relatifs de  $p_1 Y_1$  et  $p_2 Y_2$ , il

y a plusieurs types de courbes  $T_2 = f_{\Pi}(T_1)$  :

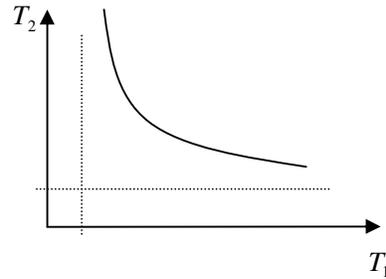
lorsque  $\Pi < \min p_i Y_i, i = 1, 2$



lorsque  $\min p_i Y_i < \Pi < \max p_i Y_i, i = 1, 2$



lorsque  $\max p_i Y_i < \Pi < \sum_{i=1}^2 p_i Y_i, i = 1, 2$



Une analyse détaillée de la courbe d'isoprofit est présentée en annexe 2.14.

### Recherche de l'optimum

On associe aux contraintes du problème les multiplicateurs non négatifs suivants :

- (1)  $T_1 \geq 0 \rightarrow$  multiplicateur  $\mu_1 \geq 0$
- (2)  $T_2 \geq 0 \rightarrow$  multiplicateur  $\mu_2 \geq 0$
- (3)  $T_{\max} - T_1 - T_2 \geq 0 \rightarrow$  multiplicateur  $\gamma \geq 0$

Le lagrangien s'écrit :

$$\ell = \Pi + \mu_1 T_1 + \mu_2 T_2 + \gamma(T_{\max} - T_1 - T_2)$$

Les conditions de Kuhn et Tucker sont nécessaires et suffisantes car la fonction-objectif et les fonctions formant les membres de gauche des contraintes sont toutes concaves.

- (a)  $\frac{\partial \ell}{\partial T_i} = 0, i = 1, 2$
  - (b)  $\mu_i T_i = 0, i = 1, 2$
  - (c)  $\gamma(T_{\max} - T_1 - T_2) = 0$
- } relations d'exclusion

Réécrivons ces trois conditions sous la forme suivante :

$$(a) \quad \frac{\partial \Pi}{\partial T_i} + \mu_i T_i - \gamma = 0 \Leftrightarrow a_i p_i Y_i e^{-\alpha_i T_i} + \mu_i = \gamma, i = 1, 2$$

$$(b) \quad \begin{cases} \mu_i > 0 \Rightarrow T_i = 0 \\ T_i > 0 \Rightarrow \mu_i = 0 \end{cases}, i = 1, 2$$

$$(c) \quad \begin{cases} \gamma > 0 \Rightarrow T_{\max} = T_1 + T_2 \\ T_{\max} > T_1 + T_2 \Rightarrow \gamma = 0 \end{cases}$$

La contrainte (3) de temps de tri est nécessairement saturée à l'optimum. On peut démontrer cette proposition par l'absurde :

$$T_{\max} > T_1 + T_2 \Rightarrow \gamma = 0, \text{ d'après (c)}$$

$$\text{dans ce cas, (a) s'écrit : } a_i p_i Y_i e^{-\alpha_i T_i} + \mu_i = 0$$

ce qui est impossible car le membre de gauche de cette égalité est strictement positif

Il faut donc que  $\gamma > 0$ , et par suite, d'après (c), que :

$$T_{\max} = T_1 + T_2 \text{ à l'optimum}$$

On a donc  $T_{\max} = T_1 + T_2$  à l'optimum

Par conséquent, on ne peut avoir simultanément  $\mu_1 > 0$  et  $\mu_2 > 0$ , à l'optimum.

En effet d'après (b) :

$$\mu_i > 0 \Rightarrow T_i = 0$$

$$\Rightarrow T_j = T_{\max} > 0$$

$$\Rightarrow \mu_j = 0$$

$$\text{donc } \mu_i > 0 \Rightarrow \mu_j = 0, i = 1, 2; j = 1, 2; i \neq j$$

(ou de façon équivalente  $\mu_i \mu_j = 0$ )

Pour obtenir la solution optimale  $T_1, T_2$  supposons provisoirement que  $\mu_1 = \mu_2 = 0$

Dans ce cas, on retire de (a) :

$$a_1 p_1 Y_1 e^{-\alpha_1 T_1} = a_2 p_2 Y_2 e^{-\alpha_2 T_2} = \gamma$$

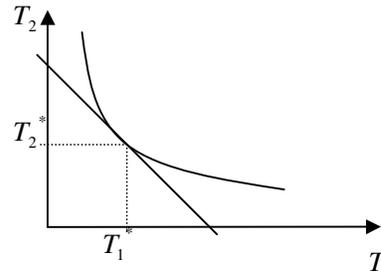
$$\Rightarrow T_2 = \frac{1}{\alpha_2} (\alpha_1 T_1 - \ln \rho) \text{ avec } \rho = \frac{a_1 p_1 Y_1}{a_2 p_2 Y_2}$$

$\rho$  correspond à la rentabilité relative du tri de la catégorie 1 par rapport à celui de la catégorie 2

En rapprochant l'égalité ci-dessus de la contrainte de tri saturée ( $T_{\max} = T_1 + T_2$ ), on obtient une solution optimale tangentielle:

$$T_1^* = \frac{1}{a_1 + a_2} (a_2 T_{\max} + \ln \rho)$$

$$T_2^* = \frac{1}{a_1 + a_2} (a_1 T_{\max} - \ln \rho)$$



Pour être les valeurs optimales recherchées, ces deux valeurs doivent satisfaire les conditions de non-négativité (1) et (2) :

Soit :

$$\text{Pour } T_1 : T_1 \geq 0 \Rightarrow a_2 T_{\max} \geq -\ln \rho \quad \Leftrightarrow a_2 T_{\max} \geq \ln \frac{1}{\rho}$$

$$\text{Pour } T_2 : T_2 \geq 0 \Rightarrow a_1 T_{\max} \geq \ln \rho$$

Supposons par exemple que  $\rho \geq 1$ , i.e. :  $a_1 p_1 Y_1 \geq a_2 p_2 Y_2$

Dans ce cas,  $-\ln \rho < 0$ , de sorte que nécessairement  $T_1 \geq 0$

En revanche,  $T_2 \geq 0$  n'est pas garanti. Il faut pour cela que :

$$a_1 T_{\max} \geq \ln \rho > 0$$

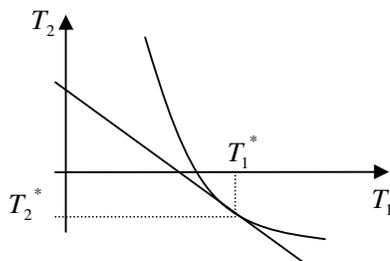
Supposons que cette dernière condition ne soit pas satisfaite, i.e.  $\ln \rho > a_1 T_{\max}$

Dans ce cas, le couple :

$$T_1^* = \frac{1}{a_1 + a_2} (a_2 T_{\max} + \ln \rho)$$

$$T_2^* = \frac{1}{a_1 + a_2} (a_1 T_{\max} - \ln \rho)$$

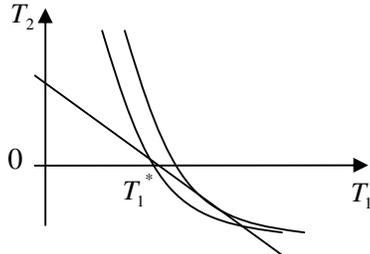
ne peut être la solution optimale car  $T_2^*$  viole la contrainte de non négativité :



Au lieu d'une solution tangentielle, on a une solution en coin caractérisée par :

$$T_1^* = T_{\max}$$

$$T_2^* = 0$$



On vérifie que la solution en coin est nécessairement du type :  $\mu_2 > 0$  et  $\mu_1 = 0$

$\Rightarrow T_1^* = T_{\max}, T_2^* = 0$  lorsque l'on fait l'hypothèse que  $\rho > 1$  :

Si  $a_1 T_{\max} < \ln \rho$ , la double égalité  $\mu_1 = \mu_2 = 0$  ne peut être maintenue car elle aboutit à un

$T_2^*$  négatif. Donc un des deux  $\mu_i$  (et un seul voir supra) est strictement positif :

Soit  $\mu_1 > 0$  et  $\mu_2 = 0$  d'où  $T_1^* = 0$  et  $T_2^* = T_{\max}$

Soit  $\mu_2 > 0$  et  $\mu_1 = 0$  d'où  $T_2^* = 0$  et  $T_1^* = T_{\max}$

Montrons par l'absurde que c'est nécessairement le deuxième cas qui convient :

Si  $\mu_1 > 0$  et  $\mu_2 = 0$ , on a  $T_1 = 0$  et  $T_2 = T_{\max}$

Dans ce cas, (a) s'écrit :

$$\left. \begin{array}{l} a_1 p_1 Y_1 < \gamma \\ a_2 p_2 Y_2 e^{-a_2 T_{\max}} = \gamma \end{array} \right\} \Rightarrow a_1 p_1 Y_1 < a_2 p_2 Y_2 e^{-a_2 T_{\max}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{a_1 p_1 Y_1}{a_2 p_2 Y_2} < e^{-a_2 T_{\max}}$$

or

$$e^{-a_2 T_{\max}} < 1$$

$$\Rightarrow \frac{a_1 p_1 Y_1}{a_2 p_2 Y_2} < 1 \Leftrightarrow \rho < 1$$

ce qui est contradictoire avec l'hypothèse  $\rho > 1$

Donc le premier cas ( $\mu_1 > 0$  et  $\mu_2 = 0$ ) ne peut être retenu.

Par suite, la solution en coin est nécessairement du type :

$$\mu_2 > 0 \text{ et } \mu_1 = 0 \Rightarrow T_1^* = T_{\max}, T_2^* = 0$$

On aurait la situation inverse si l'on avait fait l'hypothèse que  $\rho < 1$

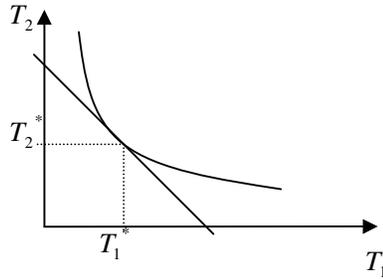
**Synthèse du tri optimal sous l'hypothèse  $\rho > 1$ , avec  $\rho = \frac{a_1 p_1 Y_1}{a_2 p_2 Y_2}$**

a) Lorsque  $T_{\max} \geq \frac{\ln \rho}{a_1}$

on a une solution tangentielle :

$$T_1^* = \frac{1}{a_1 + a_2} (a_2 T_{\max} + \ln \rho)$$

$$T_2^* = \frac{1}{a_1 + a_2} (a_1 T_{\max} - \ln \rho)$$



$$T_2^* = 0 \text{ si } T_{\max} = \frac{\ln \rho}{a_1}$$

$$L_1^* = Y_1 (1 - e^{-a_1 T_1^*}) = Y_1 \left[ 1 - \left( \rho e^{a_2 T_{\max}} \right)^{\frac{-a_1}{a_1 + a_2}} \right]$$

$$L_2^* = Y_2 (1 - e^{-a_2 T_2^*}) = Y_2 \left[ 1 - \left( \rho e^{a_1 T_{\max}} \right)^{\frac{-a_2}{a_1 + a_2}} \right]$$

$$\Pi^* = p_1 L_1^* + p_2 L_2^* = p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \left( p_1 Y_1 \rho^{\frac{-a_1}{a_1 + a_2}} + p_2 Y_2 \rho^{\frac{-a_2}{a_1 + a_2}} \right) e^{\frac{-a_1 a_2 T_{\max}}{a_1 + a_2}}$$

$$\Pi^* = p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \left[ (p_1 Y_1)^{a_2} (p_2 Y_2)^{a_1} \left[ \left( \frac{a_2}{a_1} \right)^{a_1} + \left( \frac{a_1}{a_2} \right)^{a_2} \right] e^{-a_1 a_2 T_{\max}} \right]^{\frac{1}{a_1 + a_2}}$$

$$\mu_1^* = \mu_2^* = 0$$

$$\left. \begin{aligned} \gamma^* &= a_i p_i Y_i e^{-a_i T_i^*} \\ \gamma^* &= \left( \frac{\partial \Pi^*}{\partial T_i} \right)_{T_i=T_i^*} \end{aligned} \right\} i=1,2$$

$$\gamma^* = \left[ (a_1 p_1 Y_1)^{\alpha_2} (a_2 p_2 Y_2)^{\alpha_1} e^{-a_1 a_2 T_{\max}} \right]^{\frac{1}{\alpha_1 + \alpha_2}} = \frac{\partial \Pi^*}{\partial T_{\max}}$$

$\gamma^*$  représente le coût marginal de la contrainte de tri à l'optimum ou encore de la profitabilité marginale du tri de chaque catégorie à l'optimum.

b) Lorsque  $T_{\max} < \frac{\ln \rho}{a_1}$

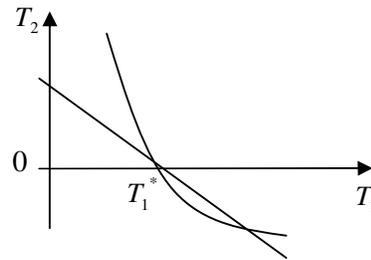
On a une solution en coin :

$$T_1^* = T_{\max}$$

$$T_2^* = 0$$

$$L_1^* = Y_1 (1 - e^{-a_1 T_{\max}})$$

$$L_2^* = 0$$



la catégorie 2 est intégralement rejetée

$$\Pi^* = p_1 Y_1 (1 - e^{-a_1 T_{\max}})$$

$$\gamma^* = a_1 p_1 Y_1 e^{-a_1 T_{\max}} = \left( \frac{\partial \Pi^*}{\partial T_1} \right)_{T_1=T_1^*=T_{\max}} = \frac{\partial \Pi^*}{\partial T_{\max}}$$

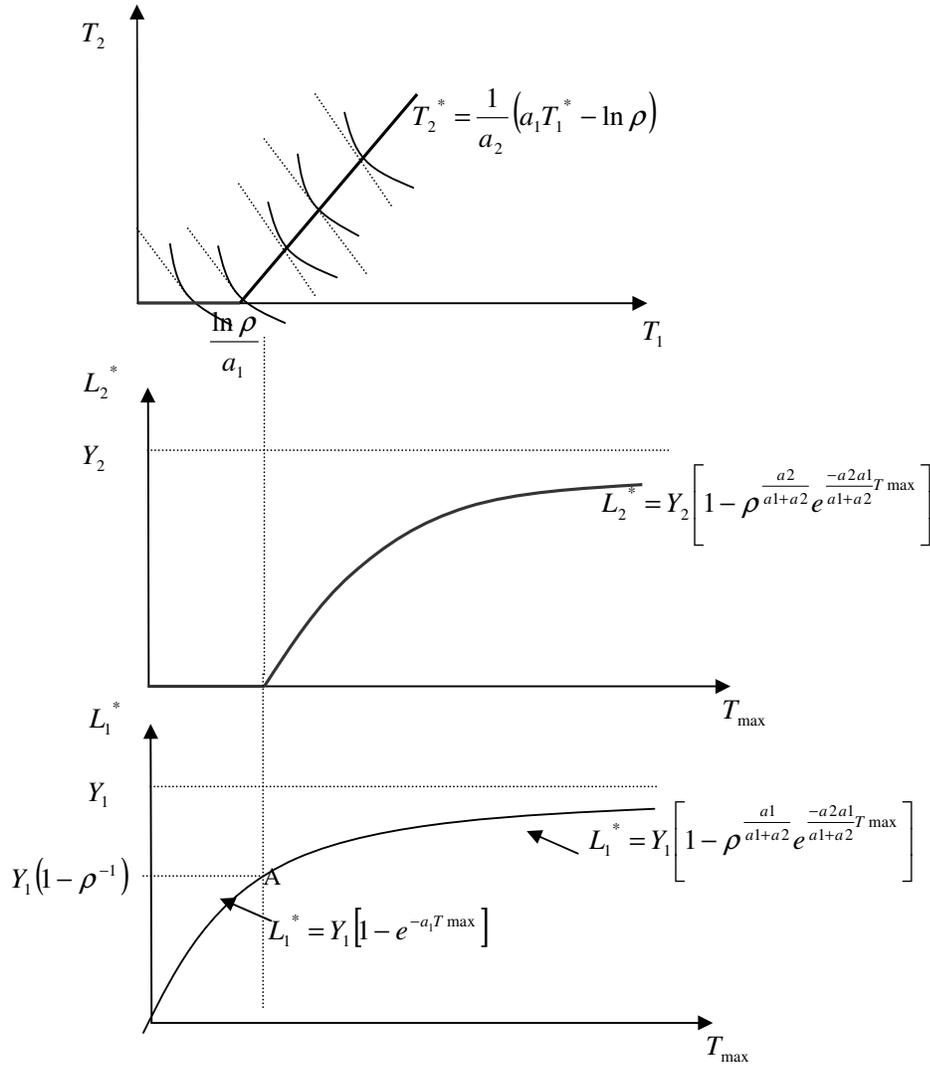
$$\mu_1^* = 0$$

$$\mu_2^* > 0 \Rightarrow \left( \frac{\partial \Pi^*}{\partial T_2} \right)_{T_2=T_2^*=0} < \gamma^*$$

$$a_2 p_2 Y_2 < \gamma^*$$

Le fait que le tri optimal de la catégorie 2 soit nul signifie que la profitabilité marginale de ce tri est inférieure à la profitabilité marginale du tri de la catégorie 1 lorsque  $T_1 = T_{\max}$

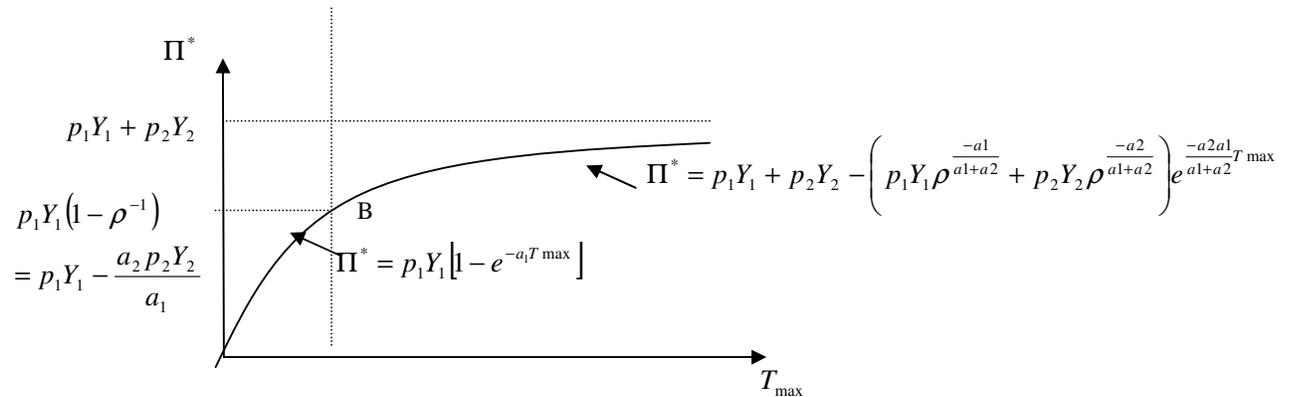
L'évolution du tri optimal en fonction de  $T_{\max}$  est la suivante :



A est un point anguleux, en A :

$$\text{A gauche : } \frac{\partial L_1^*}{\partial T_{\max}} = \frac{a_1 Y_1}{\rho} = \frac{a_2 Y_2 p_2}{p_1}$$

$$\text{A droite : } \frac{\partial L_1^*}{\partial T_{\max}} = \frac{a_1 a_2 Y_1}{(a_1 + a_2) \rho} = \frac{a_2^2 Y_2 p_2}{(a_1 + a_2) p_1}$$



En B :

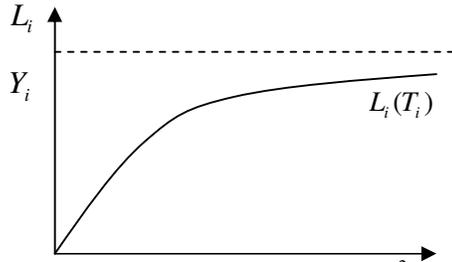
$$\text{A gauche : } \frac{\partial \Pi^*}{\partial T \max} = \frac{a_1 p_1 Y_1}{\rho} = a_2 Y_2 p_2$$

$$\text{A droite : } \frac{\partial \Pi^*}{\partial T \max} = a_2 Y_2 p_2$$

**ANNEXE 2.14 : Annexe technique au modèle de tri optimal de deux catégories à très courte période (étude de la fonction d'isoprofit avec captures exogènes)**

$$\Pi = \sum_{i=1}^2 p_i L_i(T_i) \text{ avec } L_i(T_i) = Y_i(1 - e^{-\alpha_i T_i}), i = 1, 2$$

$$\Pi < \sum_{i=1}^2 p_i Y_i, \forall T_i \geq 0$$



Supposons  $\Pi$  donné, vérifiant  $0 < \Pi < \sum_{i=1}^2 p_i Y_i$

Exprimons  $T_2$  en fonction de  $T_1$

$$T_2 = f_{\Pi}(T_1), T_1 \geq 0, T_2 \geq 0$$

**Courbe d'isoprofit :**

$$\Pi(T_1, T_2) = p_1 Y_1 (1 - e^{-\alpha_1 T_1}) + p_2 Y_2 (1 - e^{-\alpha_2 T_2})$$

$$\Leftrightarrow 1 - e^{-\alpha_2 T_2} = \frac{\Pi - p_1 Y_1 (1 - e^{-\alpha_1 T_1})}{p_2 Y_2}$$

$$\Leftrightarrow e^{-\alpha_2 T_2} = \frac{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-\alpha_1 T_1}}{p_2 Y_2}$$

$$\Leftrightarrow e^{\alpha_2 T_2} = \frac{p_2 Y_2}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-\alpha_1 T_1}}$$

$$\Leftrightarrow T_2 = \frac{1}{\alpha_2} \ln \left[ \frac{p_2 Y_2}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-\alpha_1 T_1}} \right]$$

$$\Leftrightarrow T_2 = \frac{1}{\alpha_2} \left[ \ln p_2 Y_2 - \ln (p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-\alpha_1 T_1}) \right]$$

$$\Leftrightarrow T_2 = f_{\Pi}(T_1)$$

**Domaine de définition**  $T_1 \in D$  de  $T_2 = f_{\Pi}(T_1)$

Deux conditions doivent être respectées :

Condition 1 :

$$\left[ \ln p_2 Y_2 - \ln(p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1}) \right] > 0 \Leftrightarrow p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1} > 0$$

Condition 2 :

$$T_2 \geq 0 \Leftrightarrow \left[ \ln p_2 Y_2 - \ln(p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1}) \right] \geq 1$$

$$\Leftrightarrow p_2 Y_2 \geq p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1}$$

$$\Leftrightarrow p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1} \geq p_1 Y_1 - \Pi$$

La Condition 1 équivaut à :

$$e^{-a_1 T_1} < \frac{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi}{p_1 Y_1} \quad \text{sachant que } p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi > 0 \text{ par hypothèse}$$

$$\Leftrightarrow e^{a_1 T_1} > \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi}$$

$$\Leftrightarrow T_1 > \frac{1}{a_1} \ln \left[ \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi} \right]$$

ce qui est redondant avec  $T_1 \geq 0$  si  $\Pi < p_2 Y_2$

La Condition 2 donne :

$$T_2 \geq 0 \Leftrightarrow e^{-a_1 T_1} \geq \frac{p_1 Y_1 - \Pi}{p_1 Y_1}$$

ce qui est redondant si  $p_1 Y_1 \leq \Pi$

$$\text{si } \Pi < p_1 Y_1, T_2 \geq 0 \Leftrightarrow e^{a_1 T_1} \leq \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 - \Pi} \Leftrightarrow T_1 \leq \frac{1}{a_1} \ln \left[ \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 - \Pi} \right]$$

**Récapitulatif des conditions délimitant le domaine D,  $T_1 \in D$  sachant que**

$$T_1 \geq 0, T_2 \geq 0, \Pi < p_1 Y_1 + p_2 Y_2$$

Lorsque  $\Pi < \min(p_1 Y_1; p_2 Y_2)$

$$D : \frac{1}{a_1} \ln \left[ \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi} \right] < T_1 < \infty$$

Lorsque  $p_1 Y_1 \leq \Pi \leq p_2 Y_2$

$$D : 0 < T_1 < \infty$$

Lorsque  $p_2 Y_2 \leq \Pi < p_1 Y_1$

$$D : \frac{1}{a_1} \ln \left[ \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi} \right] < T_1 \leq \frac{1}{a_1} \ln \left[ \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 - \Pi} \right]$$

**Variation de  $f_{\Pi}(T_1)$**

$$\frac{dT_2}{dT_1} = \frac{-1}{a_2} \left[ \frac{a_1 p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1}}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1}} \right] < 0, \forall T_1 \in D$$

**Courbure de  $f_{\Pi}(T_1)$**

$$\frac{d^2 T_2}{dT_1^2} = \frac{-a_1 p_1 Y_1}{a_2 d^2} \left[ -a_1 e^{-a_1 T_1} (p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi - p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1}) - e^{-a_1 T_1} a_1 p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1} \right]$$

$$\frac{d^2 T_2}{dT_1^2} = \frac{a_1^2 p_1 Y_1 e^{-a_1 T_1}}{a_2 d^2} [p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi] > 0, \forall T_1 \in D$$

avec d le dénominateur

La fonction est donc strictement décroissante et strictement convexe sur  $T_1 \in D$

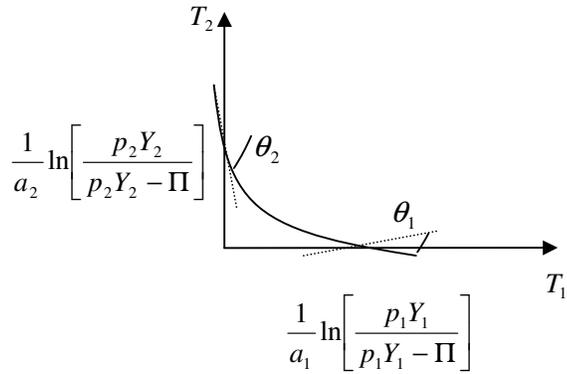
**Valeurs limites**

a) Lorsque  $\Pi < \min(p_1 Y_1; p_2 Y_2)$

$$T_1 = 0 \Rightarrow T_2 = \frac{1}{a_2} \ln \left[ \frac{p_2 Y_2}{p_2 Y_2 - \Pi} \right]$$

$$T_2 = \frac{1}{a_2} \ln p_2 Y_2 - \ln(p_2 Y_2 - \Pi)$$

$$T_1 = \frac{1}{a_1} \ln \left[ \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 - \Pi} \right] \Rightarrow T_2 = 0$$



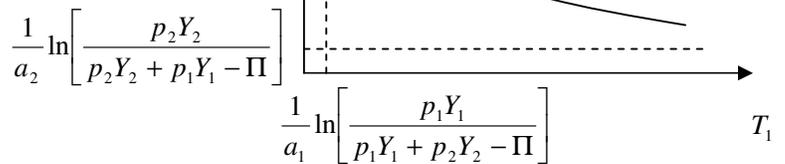
$$tg \theta_2 = -\frac{a_1}{a_2} \frac{p_1 Y_1}{p_2 Y_2 - \Pi}$$

$$tg \theta_1 = -\frac{a_1}{a_2} \frac{p_1 Y_1 - \Pi}{p_2 Y_2}$$

b) Lorsque  $\Pi > \max(p_1 Y_1; p_2 Y_2)$

$$\lim_{T_1 \rightarrow \frac{1}{a_1} \ln \left[ \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi} \right]} T_2 = \infty$$

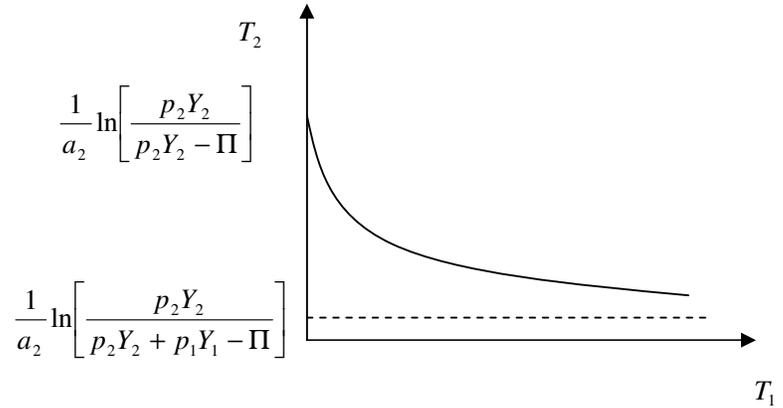
$$\lim_{T_1 \rightarrow \infty} T_2 = \frac{1}{a_2} \ln \left[ \frac{p_2 Y_2}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi} \right]$$



c) Lorsque  $p_1 Y_1 \leq \Pi < p_2 Y_2$

$$\lim_{T_1 \rightarrow \infty} T_2 = \frac{1}{a_2} \ln \left[ \frac{p_2 Y_2}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi} \right]$$

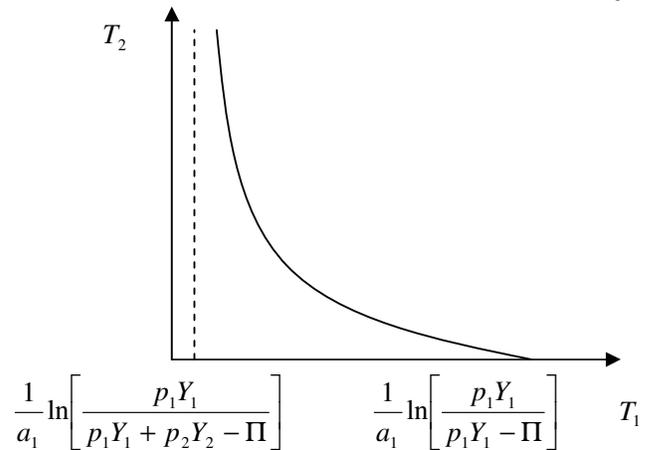
$$\lim_{T_1 \rightarrow 0^+} T_2 = \frac{1}{a_2} \ln \left[ \frac{p_2 Y_2}{p_2 Y_2 - \Pi} \right]$$



d) Lorsque  $p_2 Y_2 \leq \Pi < p_1 Y_1$

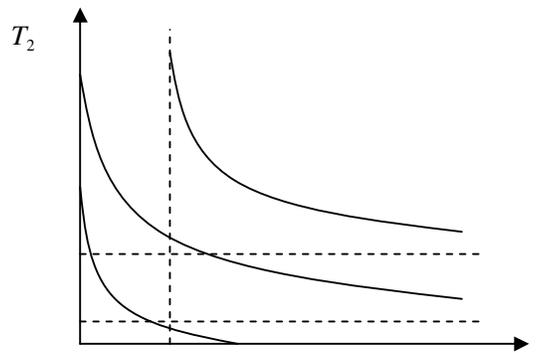
$$\lim_{T_1 \rightarrow \frac{1}{a_1} \ln \left[ \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 + p_2 Y_2 - \Pi} \right]} T_2 = \infty$$

$$\lim_{T_1 \rightarrow \frac{1}{a_1} \ln \left[ \frac{p_1 Y_1}{p_1 Y_1 - \Pi} \right]} T_2 = 0^+$$

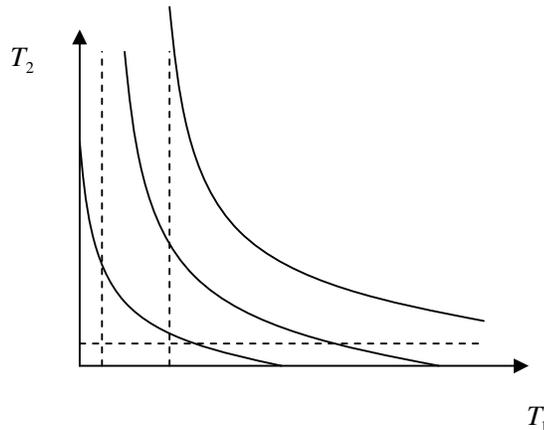


D'où les scénarios lorsque  $\Pi$  augmente

a) si  $p_1 Y_1 < p_2 Y_2$



b) si  $p_2 Y_2 < p_1 Y_1$



**ANNEXE 2.15 : Etude de la fonction intégrée capture-tri**

La fonction  $L(E, T) = \alpha E(1 - e^{-\frac{\gamma T}{E}})$  est définie pour :  $0 \leq T; 0 < E$

A E donné, on retrouve ici les caractéristiques de la fonction de tri étudiée à la section précédente.

L'effet de T sur L (à E donné) est :

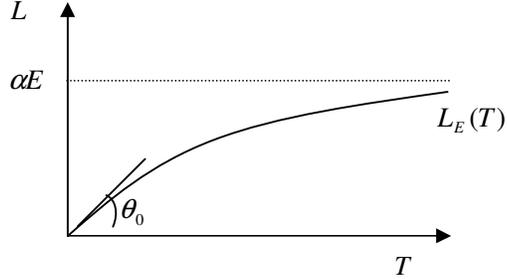
$$T = 0 \Rightarrow L = 0$$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} L = \alpha E (= Y)$$

$$\frac{\partial L}{\partial T} = \alpha \gamma e^{-\frac{\gamma T}{E}} > 0$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial T^2} = -\alpha \frac{\gamma^2}{E} e^{-\frac{\gamma T}{E}} < 0$$

$$\text{tg } \theta_0 = \alpha \gamma = \frac{\alpha}{\beta} b$$



L'effet de E sur L (à T donné) est :

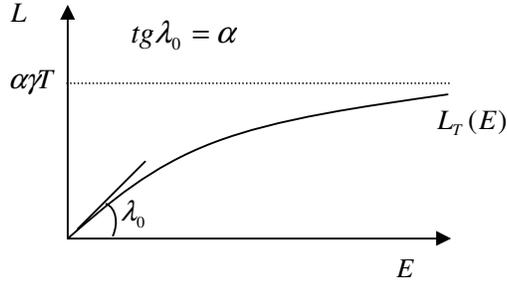
$$\lim_{E \rightarrow 0} L = 0$$

$$\lim_{E \rightarrow \infty} L = \alpha \gamma T = \frac{\alpha}{\beta} b T$$

$$\frac{\partial L}{\partial E} = \alpha \gamma e^{-\frac{\gamma T}{E}} > 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial E} = \alpha \left[ 1 - \left(1 + \frac{\gamma T}{E}\right) e^{-\frac{\gamma T}{E}} \right] > 0, \forall T > 0$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial E^2} = -\alpha \frac{\gamma^2 T^2}{E^3} e^{-\frac{\gamma T}{E}} < 0$$



Vérifications:

On pose :

$$x = -\frac{\gamma T}{E}$$

alors :  $L = \alpha \gamma T \left( \frac{e^x - 1}{x} \right)$

or  $\lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ E \rightarrow \infty}} \left( \frac{e^x - 1}{x} \right) = 1$

$$\Rightarrow \lim_{\substack{x \rightarrow 0 \\ E \rightarrow \infty}} L = \alpha \gamma T$$

On pose  $x = \frac{\gamma T}{E} \Rightarrow \frac{\partial L}{\partial E} = \alpha \left[ 1 - \frac{(1+x)}{e^x} \right]$

or  $e^x = 1 + x$  ssi  $x = 0$

$e^x > 1 + x$  ssi  $x \neq 0$

La **substituabilité entre E et T à L donné** est étudiée à partir des isoquantes  $T = T_L(E)$  qui correspondent aux courbes du plan (OE,OT) représentant les lieux géométriques des combinaisons d'inputs (E,T) permettant d'obtenir un même niveau d'output L (L donné pour chaque isoquante).

**a. Equation de l'isoquante  $T = T_L(E)$**

$$L = \alpha E \left(1 - e^{-\frac{T}{E}}\right) \Leftrightarrow T = \frac{E}{\gamma} \ln\left(\frac{\alpha E}{\alpha E - L}\right) \quad (L < \alpha E)$$

**b. Asymptotes**

$$\lim_{E \rightarrow \frac{L}{\alpha}} T = \infty$$

$$\lim_{E \rightarrow \infty} T = \frac{L}{\alpha \gamma}$$

Démonstration

On pose  $x = \frac{\alpha E}{\alpha E - L} - 1 \Leftrightarrow E = \frac{L}{\alpha} \frac{x+1}{x}$

Alors  $\lim_{E \rightarrow \infty} x = 0$

Et donc  $\lim_{E \rightarrow \infty} T = \lim_{x \rightarrow 0} \left[ \frac{L}{\alpha \gamma} \frac{x+1}{x} \ln(x+1) \right] = \frac{L}{\alpha \gamma} \lim_{x \rightarrow 0} \left[ \frac{\ln(x+1)}{x} \right] = \frac{L}{\alpha \gamma}$

**c. Variation et courbure**

$$\frac{dT}{dE} = \frac{1}{\gamma} \left[ \ln\left(\frac{\alpha E}{\alpha E - L}\right) - \frac{\alpha EL}{(\alpha E - L)^2} \right]$$

$$\Rightarrow \frac{dT}{dE} < 0$$

Démonstration :

Avec  $x = \frac{\alpha E}{\alpha E - L} - 1 = \frac{L}{\alpha E - L}$ , on a :

$$\ln\left(\frac{\alpha E}{\alpha E - L}\right) = \ln(x+1)$$

et  $\frac{\alpha EL}{(\alpha E - L)^2} = \frac{\alpha E}{\alpha E - L} \frac{L}{\alpha E - L} = (x+1)x = x^2 + x$

or  $x^2 + x > \ln(x+1), \forall x > 0$

donc  $\frac{\alpha EL}{(\alpha E - L)^2} > \ln\left(\frac{\alpha E}{\alpha E - L}\right), \forall E > \frac{L}{\alpha}$

$$\frac{d^2T}{dE^2} = \frac{L^2(3\alpha E - L)}{\gamma E(\alpha E - L)^3} > 0$$

On analyse ensuite la **relation entre taux marginal de substitution ( $TMS_{ET}$ ) et combinaison capture-tri ( $\frac{T}{E}$ )**.

Par construction, on a :  $TMS_{ET} = -\frac{dT}{dE} = \frac{\partial L / \partial E}{\partial L / \partial T}$

or avec la spécification de la fonction  $L(E,T)$ , on a vu que :

$$\frac{\partial L}{\partial E} = \alpha \left[ 1 - \left(1 + \frac{\gamma T}{E}\right) e^{-\frac{\gamma T}{E}} \right]$$

$$\frac{\partial L}{\partial T} = \alpha \gamma e^{-\frac{\gamma T}{E}}$$

Soit encore, en posant  $x = \frac{T}{E}$

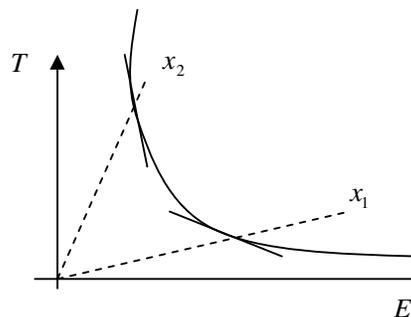
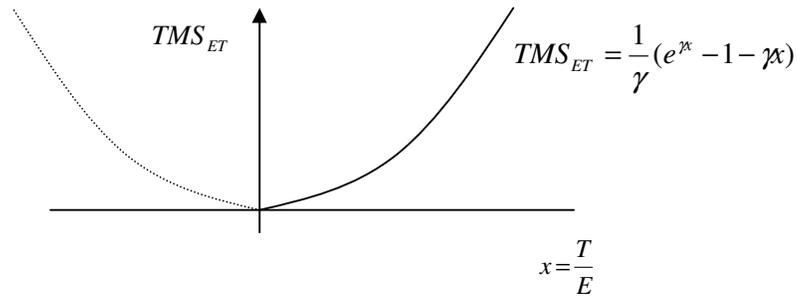
$$\frac{\partial L}{\partial E} = \alpha [1 - (1 + \gamma x) e^{-\gamma x}]$$

$$\frac{\partial L}{\partial T} = \alpha \gamma e^{-\gamma x}$$

D'où l'expression du Taux Marginal de Substitution :

$$TMS_{ET} = \frac{1}{\gamma} (e^{\gamma x} - 1 - \gamma x)$$

Le  $TMS_{ET}$  est une fonction croissante de  $x$ , ce qui traduit la convexité des isoquantes.



Les **rendements d'échelle** de la fonction  $L(E, T)$ , homogène de degré 1 en E et T sont constants

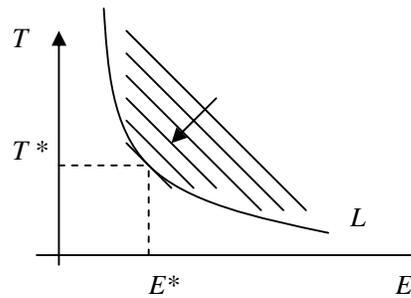
$$L(E, T) = \alpha E \left[ 1 - e^{-\gamma \frac{T}{E}} \right]$$

$$\Rightarrow L(\lambda E, \lambda T) = \alpha \lambda E \left[ 1 - e^{-\gamma \frac{\lambda T}{\lambda E}} \right], \lambda > 0$$

$$\Rightarrow L(\lambda E, \lambda T) = \lambda \alpha E \left[ 1 - e^{-\gamma \frac{T}{E}} \right]$$

$$\Rightarrow L(\lambda E, \lambda T) = \lambda L(E, T)$$

**ANNEXE 2.16 : Résolution du problème de choix de la technique capture-tri optimale en l'absence de rationnement**



**Figure 20 :** Détermination de la combinaison capture-tri optimale en l'absence de rationnement.

Compte tenu de la forme des isoquantes, la solution optimale est nécessairement une solution tangentielle (solution en coin exclue) et vérifie :

$$TMS_{E^*T^*} = \frac{C_E}{C_T}, \text{ avec TMS, le taux marginal de substitution}$$

De plus, la fonction capture-tri étant homogène en E et T, la combinaison optimale ( $x^* = \frac{T^*}{E^*}$ ) est indépendante du volume de débarquement (le sentier d'expansion de la production tel que  $T = x^* E$  est rectiligne).

La combinaison optimale  $x^*$  est donc déterminée pour la seule égalité ( $TMS_{E^*T^*} = \frac{C_E}{C_T}$ ), indépendamment de L.

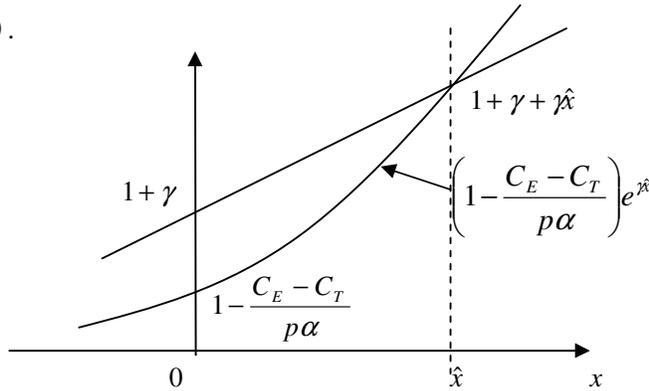
Le TMS peut s'écrire (voir annexe 2.15):

$$TMS_{ET} = \frac{1}{\gamma} (e^{\lambda x} - 1 - \lambda x)$$

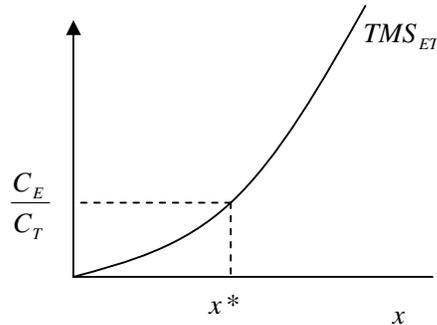
La condition d'optimalité peut donc s'écrire :

$$\frac{1}{\gamma} (e^{\lambda x^*} - 1 - \lambda x^*) = \frac{C_E}{C_T}$$

La Figure 21 montre que la racine de cette équation existe est unique et positive quels que soient  $C_E$  et  $C_T > 0$ .



**Figure 21** : Existence d'une racine pour la condition d'optimalité



**Figure 22** : Taux marginal de substitution entre E et T en fonction de la technique :  $x = T/E$ .

On vérifie en outre que  $x^*$  est une fonction croissante de  $\frac{C_E}{C_T}$  c'est-à-dire que plus le coût de l'effort de capture est élevé par rapport à celui de l'effort de tri plus les pêcheurs sont incités à accorder une part importante de leur effort au tri (effet bénéfique de la hausse du prix du gazole). Les productivités marginales correspondant à la combinaison optimale  $x^*$  sont :

$$\frac{\partial L}{\partial E^*} = \alpha [1 - (1 + \lambda x^*) e^{-\lambda x^*}]$$

$$\frac{\partial L}{\partial T^*} = \alpha \gamma e^{-\gamma x^*}$$

Ou encore compte tenu de l'égalité définissant x

$$\frac{\partial L}{\partial E^*} = \frac{\alpha \gamma \frac{C_E}{C_T}}{1 + \gamma(x^* + \frac{C_E}{C_T})}$$

$$\frac{\partial L}{\partial T^*} = \frac{\alpha \gamma}{1 + \gamma(x^* + \frac{C_E}{C_T})}$$

On cherche ensuite le seuil de rentabilité à partir duquel la marée est rentable. On suppose comme à la section précédente que l'entreprise peut fixer librement ses niveaux d'effort de capture et de tri et que les coûts unitaires de ces efforts sont donnés. L'entreprise est supposée rationnelle, c'est-à-dire qu'elle adopte la combinaison capture-tri optimale  $x^*$ . Sous cette hypothèse, on examine ici les conditions pour lesquelles la marée est rentable  $\Pi > 0$  avec  $\Pi = p.L - C_T.T - C_E.E$ .

On fait abstraction ici des coûts fixes c'est-à-dire que  $\Pi$  représente la marge sur coût variable (MCV). Le signe de  $\Pi$  indique s'il vaut mieux sortir en mer ou rester à quai. C'est l'indicateur économique pertinent en courte période.

La fonction capture-tri retenue dans cette analyse étant homogène de degré 1 en T et E (rendements d'échelle constants) il s'ensuit que, si l'activité est rentable à un niveau  $L_1$  quelconque, elle l'est à n'importe quel autre niveau  $L_2 > 0$ . En effet, si  $L_2 = \lambda L_1, T_2 = \lambda T_1$  et  $E_2 = \lambda E_1$ , de sorte que  $\Pi_2 = \lambda \Pi_1$  (p étant supposé inchangé)<sup>2</sup>. Par conséquent, il n'y a pas de seuil de rentabilité en terme de quantité, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de quantité minimale à produire pour que  $\Pi > 0$ ,  $\Pi$  est positif dès que L est positif. En revanche, il existe un seuil de rentabilité en terme de prix, i.e. un prix au débarquement minimal  $\tilde{p}$  en dessous duquel la production ne peut pas être rentable, même si l'entreprise adopte, comme on le suppose, la meilleure combinaison capture-tri possible (et donc a fortiori si elle en adopte une autre) :

$$p < \tilde{p} \Rightarrow \Pi < 0, \forall (E, T) > 0$$

si  $p < \tilde{p}$ , la meilleure attitude possible en courte période est de rester au port.

Pour déterminer  $\tilde{p}$ , on utilise le théorème d'Euler applicable aux fonctions homogènes. Dans le cas d'une fonction homogène de degré 1 (rendements d'échelle constants), le théorème d'Euler indique que :

$$L(E, T) = E \frac{\partial L}{\partial E} + T \frac{\partial L}{\partial T}$$

la marge sur coût variable:

$$\Pi = p.L - C_E.E - C_T.T$$

peut donc s'écrire :

$$\Pi = E(p \frac{\partial L}{\partial E} - C_E) + T(p \frac{\partial L}{\partial T} - C_T)$$

si l'entreprise adopte la combinaison tri-capture optimale ( $x^*$ ), on a :

$$\frac{\partial L / \partial E^*}{\partial L / \partial T^*} = \frac{C_E}{C_T} \Leftrightarrow \frac{\partial L}{\partial E^*} = \frac{C_E}{C_T} \frac{\partial L}{\partial T^*}$$

ce qui permet d'écrire la marge sur coût variable sous la forme :

$$\Pi(E^*, T^*) = \left( E^* \frac{C_E}{C_T} + T^* \right) \left( p \frac{\partial L}{\partial T^*} - C_T \right)$$

$$\Pi(E^*, T^*) = \left( T^* \frac{C_T}{C_E} + E^* \right) \left( p \frac{\partial L}{\partial E^*} - C_E \right)$$

d'où l'on tire :

$$\Pi^* > 0 \Leftrightarrow p > \frac{C_T}{\partial L / \partial T^*}$$

ou de façon équivalente :

$$\Pi^* > 0 \Leftrightarrow p > \frac{C_E}{\partial L / \partial E^*}$$

le seuil de rentabilité  $\tilde{p}$  est donc défini par :

$$\tilde{p} = \frac{C_T}{\partial L / \partial T^*} \Leftrightarrow \tilde{p} = \frac{C_E}{\partial L / \partial E^*}$$

(rappel : la fonction tri-capture étant homogène de degré 1, les productivités marginales  $\frac{\partial L}{\partial E^*}$  et

$\frac{\partial L}{\partial T^*}$  sont indépendantes du niveau d'activité L)

Avec la spécification retenue pour la fonction capture-tri, nous avons:

$$\frac{\partial L}{\partial T^*} = \frac{\alpha\gamma}{1 + \gamma(x^* + \frac{C_E}{C_T})}$$

$$\frac{\partial L}{\partial E^*} = \frac{\alpha\gamma \frac{C_E}{C_T}}{1 + \gamma(x^* + \frac{C_E}{C_T})}$$

$$\text{D'où l'expression du seuil de rentabilité : } \tilde{p} = \frac{C_T(1 + \gamma x^*) + \gamma C_E}{\alpha\gamma}$$

**ANNEXE 2.17 : Détermination de la combinaison capture-tri optimale sous contrainte d'effort**

Il s'agit ici de déterminer le programme  $(E^*, T^*)$  maximisant la rentabilité de la marée, sous les hypothèses suivantes :

H1 : La fonction de production intégrée capture- tri s'écrit :

$$L(E, T) = \alpha E \left(1 - e^{-\frac{\gamma T}{E}}\right), \text{ pour } T \geq 0, E > 0$$

$$L(E, T) = 0, \text{ pour } E=0$$

où  $\alpha$  et  $\gamma$  sont deux paramètres bio-techniques positifs

H2 : le prix unitaire au débarquement  $p$  et les coûts unitaires de l'effort  $(C_T, C_E)$  sont donnés et positifs

H3 :  $p > \tilde{p}$  : le prix au débarquement est supérieur au seuil de rentabilité tel que défini à la section précédente, ce qui permet de produire de façon rentable<sup>3</sup>.

H4 : L'effort total susceptible d'être mobilisé dans le cadre de la marée est limité (taille de l'équipage, caractéristiques du navire, durée maximale de la marée...) :

$$E + T \leq K, \text{ où } K \text{ est une constante positive}$$

On peut faire les remarques suivantes sur l'hypothèse H4:

1. la limitation de l'effort dans le cadre d'une marée (analyse de courte période) et à l'échelle d'un navire est une hypothèse réaliste
2. faute d'une telle hypothèse, la fonction capture-tri étant homogène de degré 1 et le prix  $p$  étant inférieur au seuil de rentabilité  $\tilde{p}$ , le programme optimal n'existerait pas, l'entreprise ayant intérêt à porter ses niveaux d'effort de capture et de tri à l'infini en suivant le sentier d'expansion  $(T = x * E)$
3. la forme linéaire de la contrainte d'effort traduit la substituabilité parfaite entre tri et capture. Elle repose sur l'idée que l'équipage peut être affecté à l'une ou l'autre de ces deux activités. On pourrait avoir une contrainte moins simpliste.
4. La contrainte H4 fait sortir l'analyse du cadre adopté dans les deux sous-sections précédentes, en ce qu'elle introduit un rationnement. Il s'en suit que à l'échelle du navire et de la marée, les raretés des deux facteurs anthropiques que sont l'effort de tri et de capture ne sont plus représentées correctement par les prix unitaires  $C_T, C_E$ . La combinaison optimale  $\frac{T}{E}$  n'est plus nécessairement la même.

---

<sup>3</sup> Si on avait  $p < \tilde{p}$ , le programme optimal serait trivial :  $E^* = T^* = 0$ . Dans le cas limite où  $p = \tilde{p}$ ,  $E^* = T^* = 0$ , est encore optimal, mais cet optimum n'est plus unique.

Le problème s'écrit :

Déterminer  $(E, T)$  tels que :

$$[p.L(E, T) - C_E.E - C_T.T] \rightarrow \max$$

$$E \geq 0$$

sous  $T \geq 0$

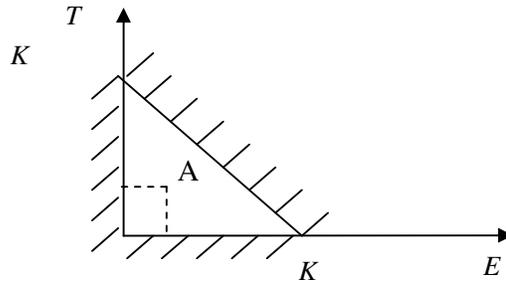
$$K - E - T \geq 0$$

Nous appellerons par la suite  $(\hat{E}, \hat{T})$  la solution de ce problème et  $\hat{x}$  le rapport  $\frac{T}{E}$  correspondant

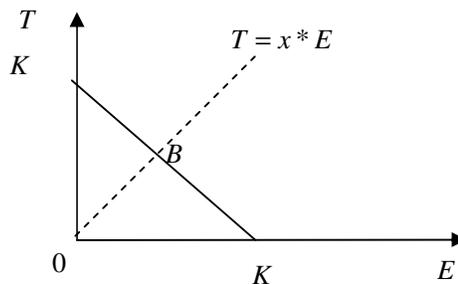
$$(\hat{x} = \frac{\hat{T}}{\hat{E}})$$

On peut noter que :

1. Le domaine D délimité par les contraintes est représenté dans le plan  $(OE, OT)$  par un triangle isocèle, K étant strictement positif, l'intérieur de ce domaine n'est pas vide. En particulier D inclut des points comme A, correspondant à des niveaux d'effort strictement positifs ( $E > 0, T > 0$ )



2. Etant donné la nature de la fonction-objectif, les contraintes de non négativité peuvent être omises. En effet, on a nécessairement  $\hat{E} > 0, \hat{T} > 0$ , si  $\hat{E} = 0 \cup \hat{T} = 0$  cela voudrait dire que  $\hat{\Pi} \leq 0$ , ce qui est impossible car  $p > \tilde{p}$ . Il existe dans D des possibilités de produire de façon rentable ( $\Pi > 0$ ).

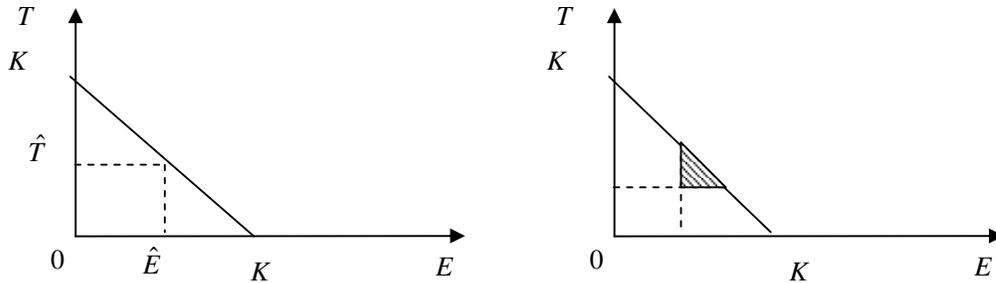


$$\Pi > 0, \forall (E, T) \in ]0; B]$$

3. La contrainte d'effort est nécessairement saturée à l'optimum :

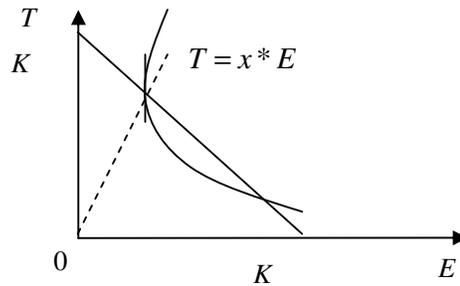
$$K = \hat{E} + \hat{T}$$

en effet dans le cas inverse, on aurait des possibilités d'effort restant inemployées (triangle hachuré), dont une partie au moins pourrait être utilisée de façon rentable en l'affectant selon la combinaison  $T = x^* E$ , ce qui permettrait d'accroître  $\Pi$  : celui-ci ne pouvant donc être optimal.



4. Du fait du rationnement de l'effort, on n'a pas nécessairement  $\hat{x} = x^*$

En effet, si la combinaison tri-capture  $x^*$  est adoptée, la production n'est pas nécessairement maximisée compte tenu de la contrainte de rationnement. Il est dans ce cas possible que le supplément de production permis par l'utilisation d'une combinaison ( $x \neq x^*$ ) génère un supplément de profit qui fasse plus que compenser le recours à une combinaison non-optimale (hors rationnement).



Compte tenu des remarques 2. et 3. ci-dessus, le problème peut être réécrit sous la forme simplifiée suivante :

Déterminer  $(E, T)$  tels que :

$$[p \cdot L(E, T) - C_E \cdot E - C_T \cdot T] \rightarrow \max$$

$$\text{sous } K - E - T \geq 0$$

avec  $L(E, T) = \alpha E (1 - e^{-\frac{\gamma T}{E}})$  puisque nécessairement  $E > 0$  à l'optimum.

Le Lagrangien s'écrit :

$$\ell(E, T, \lambda) = p.L(E, T) - C_E.E - C_T.T + \lambda(K - E - T)$$

où  $\lambda$  est le multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte d'effort ( $\lambda = \frac{\partial \hat{\Pi}}{\partial K}$ )

Les conditions de premier ordre sont :

$$(1) \frac{\partial \ell}{\partial \hat{E}} = 0 \Leftrightarrow p \cdot \frac{\partial L}{\partial \hat{E}} - C_E - \lambda = 0$$

$$(2) \frac{\partial \ell}{\partial \hat{T}} = 0 \Leftrightarrow p \cdot \frac{\partial L}{\partial \hat{T}} - C_T - \lambda = 0$$

$$(3) K - \hat{E} - \hat{T} = 0$$

Ces conditions nécessaires sont également suffisantes compte tenu de la forme de la fonction-objectif quasi-concave et de celle de la contrainte linéaire.

En rapprochant les conditions (1) et (2), on obtient :

$$\begin{aligned} \lambda &= p \frac{\partial L}{\partial \hat{E}} - C_E = p \frac{\partial L}{\partial \hat{T}} - C_T \\ \Leftrightarrow \lambda &= \frac{\partial \Pi}{\partial \hat{E}} = \frac{\partial \Pi}{\partial \hat{T}} \end{aligned}$$

or la fonction  $\Pi(E, T)$  étant homogène de degré 1 en E et T, le théorème d'Euler indique que :

$$\Pi(E, T) = E \frac{\partial \Pi}{\partial E} + T \frac{\partial \Pi}{\partial T}$$

donc à l'optimum, on a :

$$\Pi(\hat{E}, \hat{T}) = \lambda(\hat{E} + \hat{T}) = \lambda K \Leftrightarrow \lambda = \frac{\hat{\Pi}}{K}$$

d'où les conditions suivantes :

(i)  $\lambda > 0$  (la contrainte d'effort est limitante)

(ii) le rapprochement de  $\lambda = \frac{\hat{\Pi}}{K}$  et de  $\lambda = \frac{\partial \hat{\Pi}}{\partial K}$  indique que  $\hat{\Pi}$  varie linéairement en fonction de K,

ie que  $\lambda$  est une constante quel que soit K

A partir de (1) et (2), on peut également écrire :

$$\frac{\partial L / \partial \hat{E}}{\partial L / \partial \hat{T}} = \frac{C_E + \lambda}{C_T + \lambda} \Leftrightarrow TMS_{\hat{E}\hat{T}} = \frac{C_E + \lambda}{C_T + \lambda}$$

(i) développons l'égalité

$$p \frac{\partial L}{\partial \hat{E}} - C_E = p \frac{\partial L}{\partial \hat{T}} - C_T$$

compte tenu de la spécification de la fonction capture-tri

$$L(E, T) = \alpha E (1 - e^{-\frac{\gamma T}{E}})$$

on a

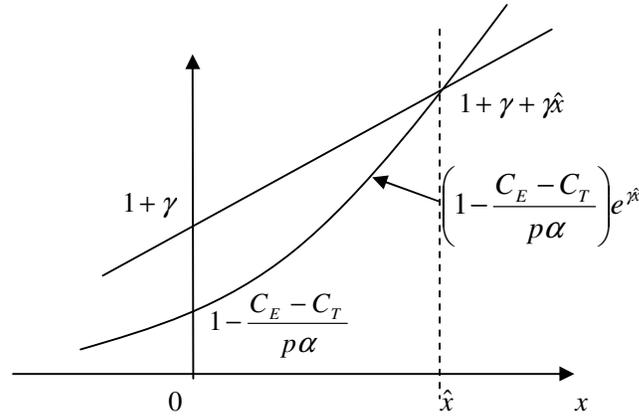
$$p \alpha (1 - (1 + \gamma \hat{x}) e^{-\gamma \hat{x}}) - C_E = p \alpha \gamma e^{-\gamma \hat{x}} - C_T$$

$$\Leftrightarrow 1 - (1 + \gamma + \gamma \hat{x}) e^{-\gamma \hat{x}} = \frac{C_E - C_T}{p \alpha}$$

$$\Leftrightarrow 1 + \gamma + \gamma \hat{x} = \left(1 - \frac{C_E - C_T}{p \alpha}\right) e^{\gamma \hat{x}}$$

Cette équation comporte une racine  $\hat{x}$  unique et strictement positive ssi  $0 < 1 - \frac{C_E - C_T}{p \alpha} < 1 + \gamma$

On vérifie que cette double condition est satisfaite ssi  $p > \tilde{p}$  (ce qui est le cas par hypothèse)



a.  $1 - \frac{C_E - C_T}{p \alpha} < 1 + \gamma \Leftrightarrow C_E - C_T \leq p \alpha \gamma$

or  $p > \tilde{p} \Leftrightarrow p \alpha \gamma > \gamma C_E + C_T (1 + \gamma x^*) > C_T - C_E$

la condition a est donc vérifiée

b.  $0 < 1 - \frac{C_E - C_T}{p \alpha} \Leftrightarrow C_E - C_T \leq p \alpha$

or  $p > \tilde{p} \Leftrightarrow p \alpha > C_E + C_T \left(\frac{1}{\gamma} + x^*\right) > C_E - C_T$

La condition b. est donc vérifiée

**ANNEXE 2.18: Etude des différentes fonctions de  $(T, \alpha)$  :**

**1. Probabilité de rejet d'individus de catII :**  $\beta(T, \alpha) = e^{-\frac{bT}{\alpha Y}}$ ,  $0 < T, 0 < \alpha < 1$

La forme de la loi de probabilité des rejets de catégorie 2 est justifiée dans un premier temps puis on analyse les caractéristiques de cette fonction en fonction des différents paramètres.

Appelons  $T$  l'effort de tri et  $S(t)$ , le stock d'individus de catII (taille supérieure ou égale à la TMD) restant à trier en  $t$ . Par définition, on a :

$$S(0) = (1 - \alpha)Y$$

$$S(1) = D_{II}$$

L'hypothèse H1 peut s'écrire :

$$\frac{-\dot{S}(t)}{T} = \frac{bS(t)}{\alpha Y} \Leftrightarrow \frac{-\dot{S}(t)}{S(t)} = \frac{bT}{\alpha Y}$$

d'où l'on tire :

$$S(t) = S(0)e^{-\frac{bTt}{\alpha Y}} = (1 - \alpha)Ye^{-\frac{bTt}{\alpha Y}}$$

A l'issue de la période de tri (en  $t=1$ ), l'égalité ci-dessus devient :

$$\frac{D_{II}}{(1 - \alpha)Y} = \beta = e^{-\frac{bT}{\alpha Y}}$$

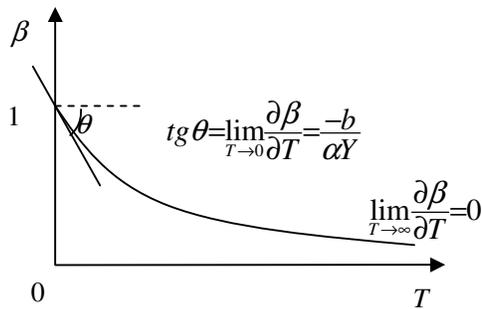
**a. Effets de  $T$  sur  $\beta$  (à  $\alpha$  donné)**

$$\lim_{T \rightarrow 0} \beta = 1$$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \beta = 0$$

$$\frac{\partial \beta}{\partial T} = -\frac{b\beta}{\alpha Y} < 0$$

$$\frac{\partial^2 \beta}{\partial T^2} = \left(\frac{b}{\alpha Y}\right)^2 \beta > 0$$



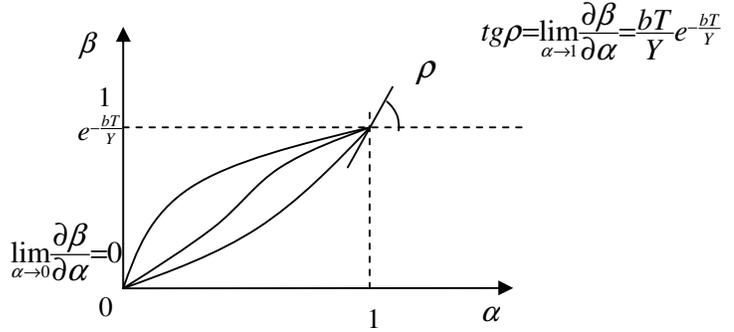
**b. Effet de  $\alpha$  sur  $\beta$  (à T donné)**

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \beta = 0$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 1} \beta = e^{-\frac{bT}{Y}}$$

$$\frac{\partial \beta}{\partial \alpha} = \frac{bT\beta}{\alpha^2 Y} > 0$$

$$\frac{\partial^2 \beta}{\partial \alpha^2} = \frac{bT\beta}{Y\alpha^3} \left[ \frac{bT}{Y\alpha} - 2 \right] > 0 \Leftrightarrow \alpha > \frac{bT}{2Y}$$



**2. Volume de rejet d'individus commercialisables**  $D_{II} = \beta(1-\alpha)Y$

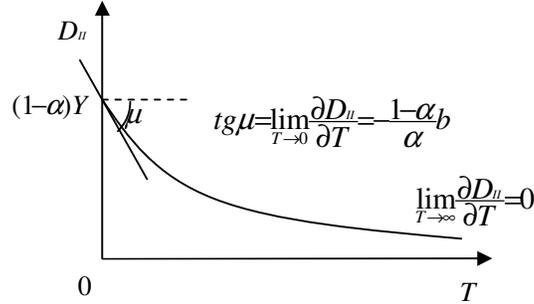
**a. Effet de T sur  $D_{II}$  (à  $\alpha$  donné)**

$$\lim_{T \rightarrow 0} D_{II} = (1-\alpha)Y$$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} D_{II} = 0$$

$$\frac{\partial D_{II}}{\partial T} = (1-\alpha)Y \frac{\partial \beta}{\partial T} = -\frac{1-\alpha}{\alpha} b \beta < 0$$

$$\frac{\partial^2 D_{II}}{\partial T^2} = (1-\alpha)Y \frac{\partial^2 \beta}{\partial T^2} = -\frac{1-\alpha}{Y} \left( \frac{b}{\alpha} \right)^2 \beta > 0$$



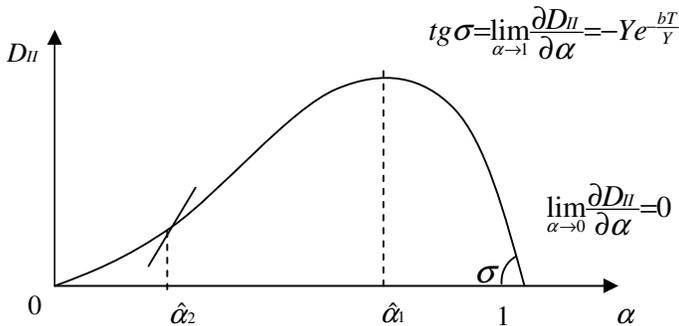
**b. Effet de  $\alpha$  sur  $D_{II}$  (à T donné)**

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} D_{II} = 0$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 1} D_{II} = 0$$

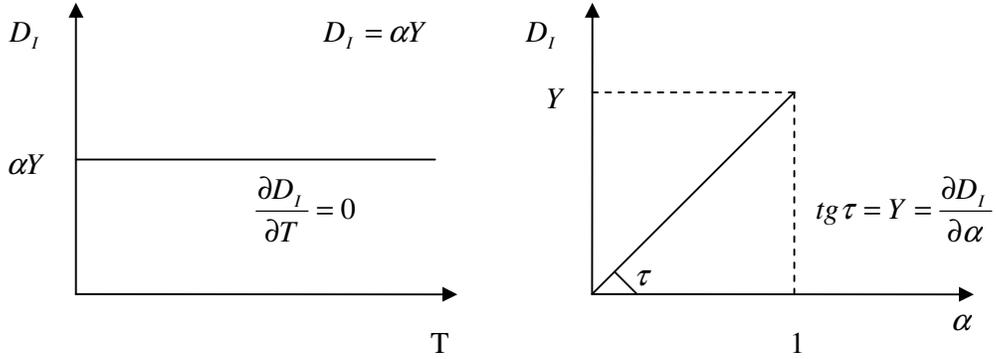
$$\frac{\partial D_{II}}{\partial \alpha} = Y\beta \left[ \frac{1-\alpha}{\alpha^2} \frac{bT}{Y} - 1 \right] > 0 \Leftrightarrow \alpha > \hat{\alpha}_1 = \sqrt{\left( \frac{bT}{2Y} \right)^2 + bT/Y} - bT/2Y$$

$$\frac{\partial^2 D_{II}}{\partial \alpha^2} = \frac{2\beta bT}{\alpha^4} \left[ bT/2Y - \alpha(1+bT/2Y) \right] < 0 \Leftrightarrow \alpha > \hat{\alpha}_2 = \frac{bT/2Y}{1+bT/2Y}$$



On vérifie que  $\alpha_2 < \alpha_1$

**3. Volume total de rejets**  $D(T, \alpha) = D_I + D_{II} = \alpha Y + \beta(1 - \alpha)Y$



La variation de D résulte de celles de  $D_I$  et de  $D_{II}$

**a. Effets de T sur D (à  $\alpha$  donné)**

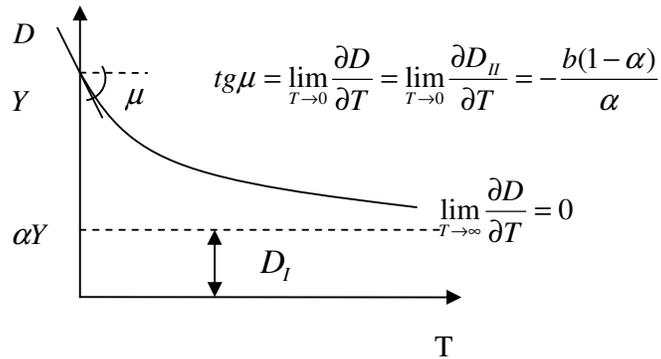
Lorsque T varie, l'effet sur D résulte de la seule variation de  $D_{II}$  (voir 2.4 a. supra),  $D_I$  restant invariant :

$$\lim_{T \rightarrow 0} D = Y$$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} D = \alpha Y$$

$$\frac{\partial D}{\partial T} = \frac{\partial D_{II}}{\partial T} = -\frac{1 - \alpha}{\alpha} b \beta < 0$$

$$\frac{\partial^2 D}{\partial T^2} = \frac{\partial^2 D_{II}}{\partial T^2} = \frac{1 - \alpha}{Y} \left(\frac{b}{\alpha}\right)^2 \beta > 0$$



**b. Effet de  $\alpha$  sur D (à T donné)**

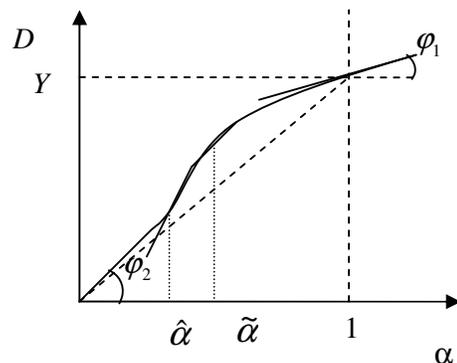
$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} D = 0$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 1} D = Y$$

$$\frac{\partial D}{\partial \alpha} = \frac{\partial D_I}{\partial \alpha} + \frac{\partial D_{II}}{\partial \alpha} = Y \left[ 1 - \beta + \frac{1 - \alpha}{\alpha^2} \frac{bT}{Y} \beta \right] > 0$$

$$\frac{\partial^2 D}{\partial \alpha^2} = \frac{\partial^2 D_{II}}{\partial \alpha^2} > 0 \Leftrightarrow \alpha < \tilde{\alpha}$$

$$tg \varphi_2 = \lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{\partial D}{\partial \alpha} = Y \quad tg \varphi_1 = \lim_{\alpha \rightarrow 1} \frac{\partial D}{\partial \alpha} = Y \left( 1 - e^{-\frac{bT}{Y}} \right)$$



**4. Volume débarqué**  $L = Y - D = Y(1 - \alpha)(1 - \beta)$

**a. Effet de T sur L (à  $\alpha$  donné)**

$$\lim_{T \rightarrow 0} L = 0$$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} L = (1 - \alpha)Y$$

$$\frac{\partial L}{\partial T} = -\frac{\partial D}{\partial T} = \frac{1 - \alpha}{\alpha} b\beta > 0$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial T^2} = -\frac{\partial^2 D}{\partial T^2} = -\frac{1 - \alpha}{Y} \left(\frac{b}{\alpha}\right)^2 \beta < 0$$

Ceci est la fonction de Spillman transposée au problème de tri :

$$L = (1 - \alpha)Y(1 - e^{-\frac{bT}{\alpha Y}})$$

**b. Effet de  $\alpha$  sur L (à T donné)**

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} L = Y$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 1} L = 0$$

$$\frac{\partial L}{\partial \alpha} = -\frac{\partial D}{\partial \alpha} = -Y \left[ 1 - \beta + \frac{1 - \alpha}{\alpha^2} \frac{bT}{Y} \beta \right] < 0$$

$$\frac{\partial^2 L}{\partial \alpha^2} = -\frac{\partial^2 D}{\partial \alpha^2} = -\frac{\partial^2 D_{II}}{\partial \alpha^2} > 0 \Leftrightarrow \alpha > \hat{\alpha}$$

On vérifie les propriétés suivantes concernant  $\hat{\alpha}$  et  $\tilde{\alpha}$  :

$$\tilde{\alpha} < \hat{\alpha}$$

$$\frac{\partial \tilde{\alpha}}{\partial T} > 0$$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \tilde{\alpha} = 1$$

$$\lim_{T \rightarrow 0} \tilde{\alpha} = 0$$

$$\frac{\partial \hat{\alpha}}{\partial T} > 0$$

$$\lim_{T \rightarrow \infty} \hat{\alpha} = 1$$

$$\lim_{T \rightarrow 0} \hat{\alpha} = 0$$

**ANNEXE 2.19 : Détermination des niveaux des variables correspondant à la maximisation du profit sous hypothèse :  $p > \tilde{p}$**

La condition d'optimisation ( $\frac{\partial L}{\partial T} = \frac{C_T}{p}$ ) s'écrit, compte tenu de la spécification de la fonction de

débarquement :  $\frac{1-\alpha}{\alpha} b\beta^* = \frac{C_T}{p}$  où  $\beta^*$  représente le niveau de probabilité de rejet<sup>4</sup>,

$\beta$  correspondant à la maximisation de  $\Pi$ . D'où l'on tire :

$$\beta^* = \frac{1-\alpha}{\alpha} \frac{C_T}{bp}$$

De là on déduit :

$$T^*, \text{ tel que } \beta^* = e^{-\frac{bT^*}{\alpha Y}} \Leftrightarrow T^* = \frac{\alpha Y}{b} \ln\left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \frac{bp}{c}\right)$$

$$D_{II}^* = \beta^* (1-\alpha)Y \Leftrightarrow D_{II}^* = \frac{\alpha c}{bp} Y$$

$$D^* = D_I + D_{II}^* \Leftrightarrow D^* = \alpha Y \left(1 + \frac{c}{bp}\right)$$

$$L^* = Y - D^* \Leftrightarrow L^* = Y \left[1 - \alpha \left(1 + \frac{c}{bp}\right)\right]$$

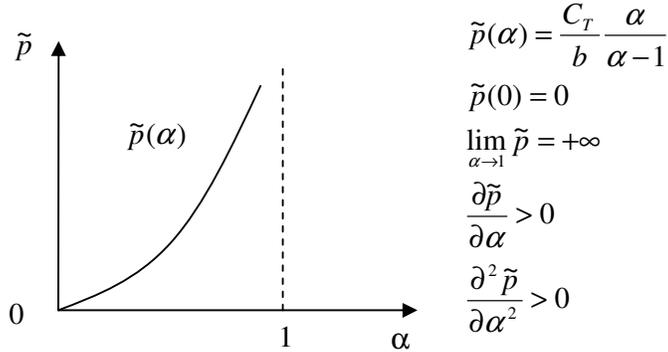
$$\Pi^* = pL^* - cT^* \Leftrightarrow \Pi^* = pY \left[1 - \alpha \left(1 + \frac{c}{bp} \left(1 + \ln\left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \frac{bp}{c}\right)\right)\right)\right]$$

On vérifie que  $p > \tilde{p} \Rightarrow \Pi^* > 0$

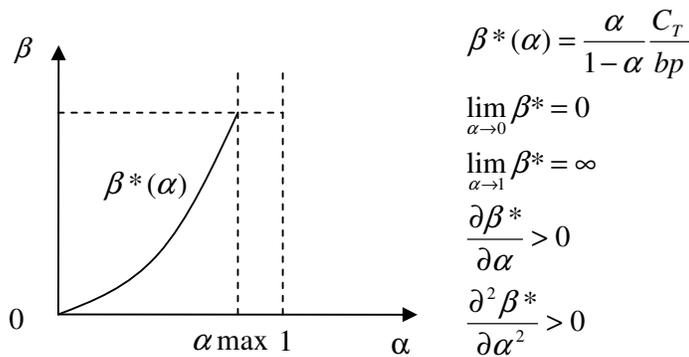
<sup>4</sup> L'hypothèse ( $p > \tilde{p}$ ) garantit que  $\beta > 1$ .

**ANNEXE 2.20: Incidence d'une hausse de la Taille Minimale de débarquement (hausse de  $\alpha$ ) sur les variables optimales dans le cas du scénario B supposant un coût d'opportunité du tri positif**

La relation entre le prix seuil et  $\alpha$  est telle que :



**Influence de  $\alpha$  sur  $\beta^*$**



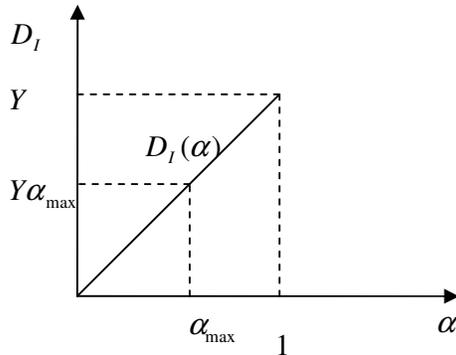
La fonction  $\beta^*(\alpha)$  se comporte comme  $\tilde{p}(\alpha)$ , à laquelle elle est égale, à une constante multiplicative près ( $\beta^* = \frac{\tilde{p}}{p}$ ). Cependant,  $\beta^*$  étant une probabilité, elle est bornée supérieurement

par  $\beta = 1$ . Cette valeur est atteinte lorsque  $\alpha = \frac{1}{1 + C_T/bp} = \alpha_{\max}$

Remarque :  $\alpha < \alpha_{\max}$  garantit que  $p > \tilde{p}$

**Influence de  $\alpha$  sur  $D_I, D_{II}^*$  et  $D^*$**

Dans le cas général (ie quel que soit le comportement de tri adopté)  $D_I$  est une fonction linéaire croissante de  $\alpha$  :



$$D_I(\alpha) = Y\alpha$$

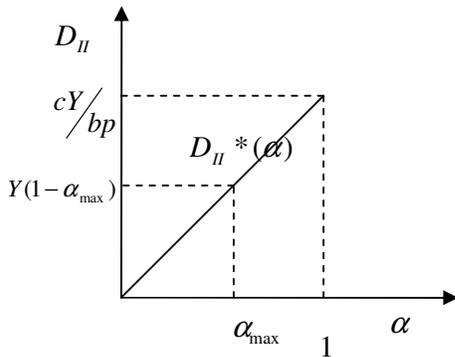
$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} D_I = 0$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \alpha_{\max}} D_I = Y\alpha_{\max} = \frac{Y}{1 + C_T/bp}$$

$$\frac{\partial D_I}{\partial \alpha} = Y > 0$$

$$\frac{\partial^2 D_I}{\partial \alpha^2} = 0$$

Dans le cadre d'un comportement de tri optimal,  $D_{II}^*$  est également une fonction linéaire croissante de  $\alpha$  :



$$D_{II}^*(\alpha) = \frac{C_T Y}{bp} \alpha$$

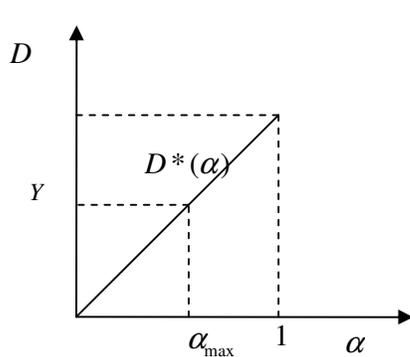
$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} D_{II}^* = 0$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \alpha_{\max}} D_{II}^* = \frac{C_T Y}{bp} \alpha_{\max} = \frac{Y C_T / bp}{1 + C_T / bp} = Y(1 - \alpha_{\max})$$

$$\frac{\partial D_{II}^*}{\partial \alpha} = \frac{C_T Y}{bp} > 0$$

$$\frac{\partial^2 D_{II}^*}{\partial \alpha^2} = 0$$

Le rejet total optimal ( $D^* = D_I + D_{II}^*$ ) est donc lui-même une fonction linéaire croissante de  $\alpha$  :



$$D^*(\alpha) = Y\alpha(1 + \frac{C_T}{bp})$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} D^* = 0$$

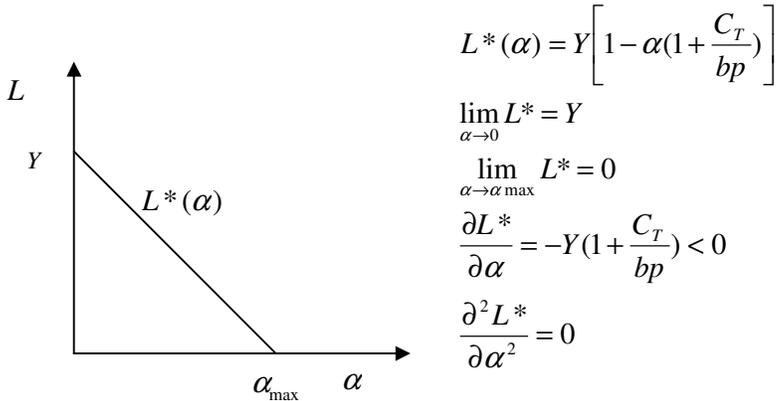
$$\lim_{\alpha \rightarrow \alpha_{\max}} D^* = Y$$

$$\frac{\partial D^*}{\partial \alpha} = Y(1 + \frac{C_T}{bp})$$

$$\frac{\partial^2 D^*}{\partial \alpha^2} = 0$$

**Influence de  $\alpha$  sur le  $L^*$**

Elle se déduit directement de l'influence de  $\alpha$  sur  $D^*$  :



$$L^*(\alpha) = Y \left[ 1 - \alpha \left( 1 + \frac{C_T}{bp} \right) \right]$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} L^* = Y$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \alpha_{\max}} L^* = 0$$

$$\frac{\partial L^*}{\partial \alpha} = -Y \left( 1 + \frac{C_T}{bp} \right) < 0$$

$$\frac{\partial^2 L^*}{\partial \alpha^2} = 0$$

**Influence de  $\alpha$  sur  $T^*$**

On a :

$$T^*(\alpha) = \frac{Y}{b} \alpha \ln \left( \frac{1 - \alpha \frac{bp}{C_T}}{\alpha} \right)$$

L'étude de cette fonction montre que :

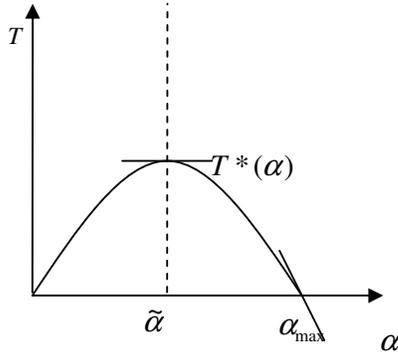
$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} T^* = 0$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \alpha_{\max}} T^* = 0$$

$$\frac{\partial T^*}{\partial \alpha} = \frac{Y}{b} \left[ \ln \left( \frac{1 - \alpha \frac{bp}{C_T}}{\alpha} \right) - \frac{1}{1 - \alpha} \right]$$

$$\frac{\partial^2 T^*}{\partial \alpha^2} = -\frac{Y}{b \alpha (1 - \alpha)^2} < 0$$

La fonction continue  $T^*(\alpha)$  est donc strictement convexe et s'annule pour les valeurs  $\alpha = 0$  et  $\alpha = \alpha_{\max}$ . Etant strictement positive sur l'intervalle  $[0; \alpha_{\max}]$ , elle admet donc un maximum unique pour une valeur de  $\tilde{\alpha} \in ]0; \alpha_{\max}[$ .



$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{\partial T^*}{\partial \alpha} = \infty$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \alpha_{\max}} \frac{\partial T^*}{\partial \alpha} = -\frac{Y}{b\left(\frac{bp}{C_T} + 1\right)}$$

La valeur  $\tilde{\alpha}$  maximisant  $T^*(\alpha)$  vérifie l'équation :

$$(1 - \tilde{\alpha}) \ln\left(\frac{1 - \tilde{\alpha} bp}{\tilde{\alpha} C_T}\right) - 1 = 0$$

En écrivant cette équation sous la forme  $f(\tilde{\alpha}, p) = 0$  et en utilisant le théorème de dérivation des

fonctions implicites  $\frac{d\tilde{\alpha}}{dp} = -\frac{\partial f / \partial p}{\partial f / \partial \tilde{\alpha}}$ , on montre que  $\tilde{\alpha}$  est une fonction croissante de p,  $\frac{d\tilde{\alpha}}{dp} > 0$

### Influence de $\alpha$ sur $\Pi^*$

Elle se déduit de l'étude de  $L^*(\alpha)$  et de  $T^*(\alpha)$  :

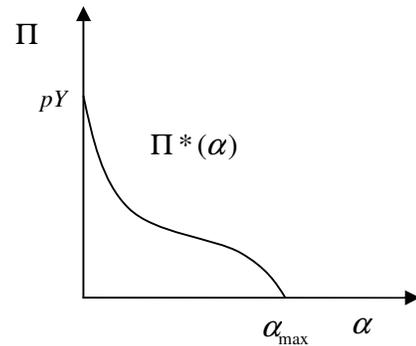
$$\Pi^*(\alpha) = pY \left[ 1 - \alpha \left( 1 + \frac{C_T}{bp} \left( 1 + \ln\left( \frac{1 - \alpha bp}{\alpha C_T} \right) \right) \right) \right]$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow 0} \Pi^* = pY$$

$$\lim_{\alpha \rightarrow \alpha_{\max}} \Pi^* = 0$$

$$\frac{\partial \Pi^*}{\partial \alpha} = -pY \left[ \frac{C_T}{bp} \ln\left( \frac{1 - \alpha bp}{\alpha C_T} \right) + 1 - \frac{\alpha}{\alpha - 1} \left( 1 - \alpha \frac{C_T}{bp} \right) \right] < 0$$

$$\frac{\partial^2 \Pi^*}{\partial \alpha^2} = \frac{YC_T(1 - 2\alpha)}{ab(1 - \alpha)^2} > 0 \Leftrightarrow \alpha < \frac{1}{2}$$



## ANNEXES DU CHAPITRE 3

**ANNEXE 3.1: Caractéristiques de la fonction de différence de rente entre la technique sélective et la technique non sélective**

On montre que  $f(C) = \Pi_I^* - \Pi_{II}^*$  est une fonction croissante de C, ie qu'un coût de l'effort de pêche élevé favorise la technique non sélective (l'effort étant supposé géré de façon optimale).

Soit  $f(C) = \Pi_I^* - \Pi_{II}^*$

$$f'(C) = \frac{\partial \Pi_I^*}{\partial C} - \frac{\partial \Pi_{II}^*}{\partial C}$$

Or, on a :

$$\Pi_I^* = \frac{p_2 a}{8} \left[ \left( \frac{p_1}{p_2 a} \right)^2 + 6 \frac{p_1}{p_2 a} + 1 + \Delta^{\frac{1}{2}} \left( 1 - \frac{p_1}{p_2 a} \right)^2 \right] - C \left[ \frac{1}{2} + \ln \frac{4}{1 - \frac{p_1}{p_2 a} + \Delta^{\frac{1}{2}}} \right]$$

$$\text{Avec } \Delta = \left( 1 - \frac{p_1}{p_2 a} \right)^2 + 8 \frac{C}{p_2 a}$$

On a donc :

$$\frac{\partial \Pi_I^*}{\partial C} = -\ln \frac{4}{\left( 1 - \frac{p_1}{p_2 a} + \Delta^{\frac{1}{2}} \right)} = -E_I^*$$

$$\Pi_{II}^* = p_2 a - C \left( 1 + \ln \frac{p_2 a}{C} \right)$$

ce qui entraîne :

$$\frac{\partial \Pi_{II}^*}{\partial C} = -\ln \frac{p_2 a}{C} = -E_{II}^*$$

On a donc

$$f'(C) = E_{II}^* - E_I^*$$

Or par construction,  $E_{II}^* > \tilde{E}$  et  $E_I^* < \tilde{E}$ .

On a donc :  $E_{II}^* > E_I^*$

Soit  $f'(C) > 0$ , la fonction est donc croissante

On a d'autre part :

$$f''(C) = -\frac{\Delta^{\frac{1}{2}} \left( 1 - \frac{p_1}{p_2 a} \right) + \left( 1 - \frac{p_1}{p_2 a} \right)^2 + \frac{4C}{p_2 a}}{C \Delta^{\frac{1}{2}} \left( 1 - \frac{p_1}{p_2 a} + \Delta^{\frac{1}{2}} \right)} < 0, f(C) \text{ est donc concave.}$$

On montre ensuite que  $f(C)$  est négative à la borne inférieure du domaine d'étude et positive à la borne supérieure :

1. pour  $C = ap_2(1 - \frac{p_1}{ap_2})^2, f(C) < 0$

2. pour  $C = ap_2(1 - \frac{p_1}{ap_2}), f(C) > 0$

1. Pour  $C = ap_2(1 - \frac{p_1}{ap_2})^2$

$$f(C) = -\frac{(ap_2 - p_1)^2}{ap_2} \left( \frac{p_1}{ap_2 - p_1} - \ln\left(\frac{ap_2}{ap_2 - p_1}\right) \right)$$

$$f(C) < 0 \Leftrightarrow \frac{p_1}{ap_2 - p_1} > \ln\left(\frac{ap_2}{ap_2 - p_1}\right)$$

soit  $x = \frac{ap_2}{ap_2 - p_1}, x > 1$

alors  $x - 1 = \frac{p_1}{ap_2 - p_1}$

On a donc  $f(C) < 0$  si et seulement si  $x - 1 > \ln x$ , ce qui est vrai quel que soit  $x$  strictement supérieur à 1.

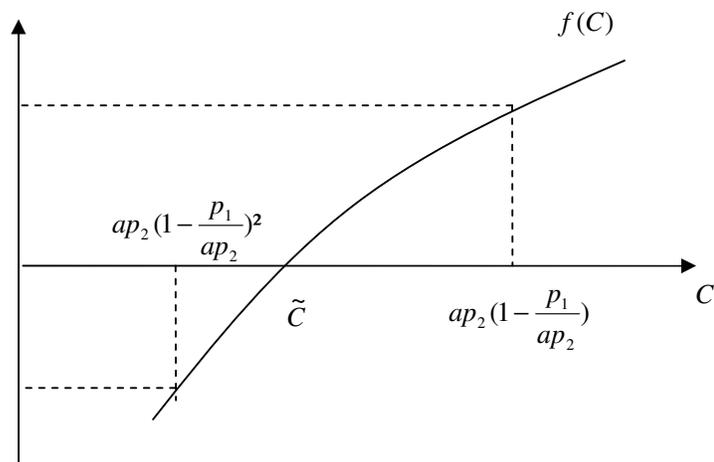
2. pour  $C = ap_2(1 - \frac{p_1}{ap_2}) = ap_2 - p_1$

$$f(C) = (ap_2 - p_1) \left[ \frac{1}{2} \left( \Delta^{\frac{1}{2}} - 3\left(1 - \frac{p_1}{ap_2}\right) + \frac{p_1}{ap_2} \right) + \ln\left(1 + \frac{\Delta^{\frac{1}{2}} - 3\left(1 - \frac{p_1}{ap_2}\right)}{4\left(1 - \frac{p_1}{ap_2}\right)}\right) \right] > 0$$

avec  $\Delta^{\frac{1}{2}} - 3\left(1 - \frac{p_1}{ap_2}\right) > 0$  compte tenu de la valeur de  $C$

donc  $f(C) > 0$

Synthèse :



**Figure 23** : Différence de rente entre la technique sélective et la technique non sélective en fonction du coût de l'effort de pêche  $f(C) = \Pi_I^* - \Pi_{II}^*$ .

$f(C)$  étant une fonction continue, monotone croissante de  $C$ , négative pour  $C = ap_2(1 - \frac{p_1}{ap_2})^2$  et

positive pour  $C = ap_2(1 - \frac{p_1}{ap_2})$ , il existe entre ces deux valeurs une valeur intermédiaire  $\tilde{C}$  telle que

$$f(C) = 0.$$

Pour  $C < \tilde{C}$ , on a  $f(C) < 0$ , ie  $\Pi_I^* < \Pi_{II}^*$

Pour  $C > \tilde{C}$ , on a  $f(C) > 0$ , ie  $\Pi_I^* > \Pi_{II}^*$

**ANNEXE 3.2 : Incidence du prix relatif sur la technique optimale**

On analyse l'influence du prix relatif  $\frac{p_1}{p_2}$  sur la technique optimale en faisant varier  $p_1$ , toutes choses égales par ailleurs.

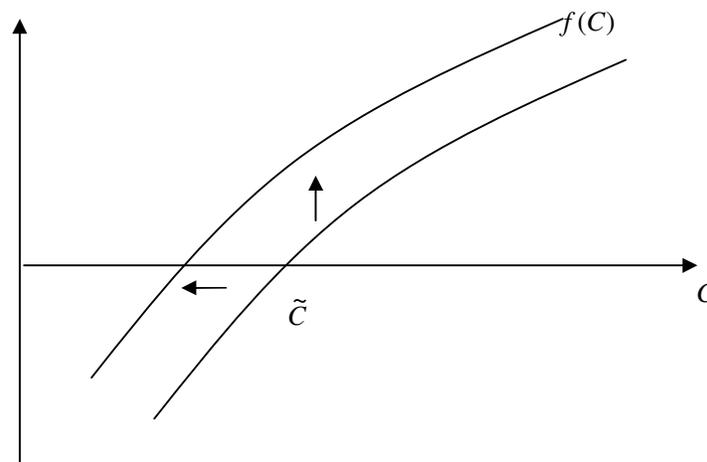
L'effort étant supposé géré de façon optimale, l'effet de  $p_1$  sur l'écart de rentabilité des deux techniques est :

$$\frac{\partial(\Pi_I^* - \Pi_{II}^*)}{\partial p_1} = \frac{\partial \Pi_I^*}{\partial p_1} - \frac{\partial \Pi_{II}^*}{\partial p_1} = \frac{\partial \Pi_I^*}{\partial p_1} = \frac{1}{4} \left( \frac{p_1}{p_2 a} + 3 - \Delta^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$p_1 + p_2 a > C \Leftrightarrow \frac{\partial(\Pi_I^* - \Pi_{II}^*)}{\partial p_1} > 0$$

On a  $f(C) = \Pi_I^* - \Pi_{II}^*$

Une augmentation de  $p_1$  entraîne donc un déplacement vers le haut de la courbe  $f(C)$  et donc un déplacement vers la gauche du point d'aiguillage  $\tilde{C}$  : la hausse du prix  $p_1$  (relativement à  $p_2$ ) favorise donc la technique non sélective et réciproquement.



**Figure 24** : Influence d'une hausse du prix  $p_1$  (relativement à  $p_2$ ) sur l'écart de rentabilité entre technique non sélective et sélective  $f(C) = \Pi_I^* - \Pi_{II}^*$ .

**ANNEXE 3.3: Caractéristiques des scénarios**

Scénario	Description	Joueur	$q_1$	$Y_1$	$Y_2$	$V = p_1Y_1 + p_2Y_2$
A	Tous les pêcheurs sont sélectifs	i	0	0	$\frac{1}{n}aR(1 - e^{-qE})$	$\frac{1}{n}aRp_2(1 - e^{-qE})$
		j	0	0	$\frac{n-1}{n}aR(1 - e^{-qE})$	$\frac{n-1}{n}aR(1 - e^{-qE})$
		$\Sigma$	0	0	$aR(1 - e^{-qE})$	$aRp_2(1 - e^{-qE})$
B	Tous les pêcheurs sauf i sont sélectifs	i	$q$	$R(1 - e^{-qE/n})$	$\frac{1}{n}aRe^{-qE/n}(1 - e^{-qE})$	$Rp_1(1 - e^{-qE/n}) + \frac{1}{n}aRp_2e^{-qE/n}(1 - e^{-qE})$
		j	0	0	$\frac{n-1}{n}aRe^{-qE/n}(1 - e^{-qE})$	$\frac{n-1}{n}aRp_2e^{-qE/n}(1 - e^{-qE})$
		$\Sigma$	$\frac{q}{n}$	$R(1 - e^{-qE/n})$	$aRe^{-qE/n}(1 - e^{-qE})$	$Rp_1(1 - e^{-qE/n}) + aRp_2e^{-qE/n}(1 - e^{-qE})$
C	Seul i est sélectif	i	0	0	$\frac{1}{n}aRe^{-\frac{n-1}{n}qE}(1 - e^{-qE})$	$\frac{1}{n}ap_2Re^{-\frac{n-1}{n}qE}(1 - e^{-qE})$
		j	$q$	$R(1 - e^{-\frac{n-1}{n}qE})$	$\frac{n-1}{n}aRe^{-\frac{n-1}{n}qE}(1 - e^{-qE})$	$Rp_1(1 - e^{-\frac{n-1}{n}qE}) + \frac{n-1}{n}ap_2Re^{-\frac{n-1}{n}qE}(1 - e^{-qE})$
		$\Sigma$	$\frac{n-1}{n}q$	$R(1 - e^{-\frac{n-1}{n}qE})$	$aRe^{-\frac{n-1}{n}qE}(1 - e^{-qE})$	$Rp_1(1 - e^{-\frac{n-1}{n}qE}) + ap_2Re^{-\frac{n-1}{n}qE}(1 - e^{-qE})$
D	Aucun pêcheur n'est sélectif	i	$q$	$\frac{1}{n}R(1 - e^{-qE})$	$\frac{1}{n}aRe^{-qE}(1 - e^{-qE})$	$\frac{1}{n}R(p_1 + ap_2e^{-qE})(1 - e^{-qE})$
		j	$q$	$\frac{n-1}{n}R(1 - e^{-qE})$	$\frac{n-1}{n}aRe^{-qE}(1 - e^{-qE})$	$\frac{n-1}{n}R(p_1 + ap_2e^{-qE})(1 - e^{-qE})$
		$\Sigma$	$q$	$R(1 - e^{-qE})$	$aRe^{-qE}(1 - e^{-qE})$	$R(p_1 + ap_2e^{-qE})(1 - e^{-qE})$

**ANNEXE 3.4: Démonstration de  $V_{Bi} > V_{Ai} \Rightarrow V_{Di} > V_{Ci}$**

La condition  $V_{Bi} > V_{Ai}$  peut s'écrire :

$$n > \frac{ap_2}{p_1}(1 - e^{-qE}) \Leftrightarrow p_1 > \frac{ap_2}{n}(1 - e^{-qE})$$

La condition  $V_{Di} > V_{Ci}$  peut s'écrire :

$$p_1 > ap_2(e^{-\frac{n-1}{n}qE} - e^{-qE})$$

pour montrer que  $V_{Bi} > V_{Ai} \Rightarrow V_{Di} > V_{Ci}$ , il suffit de montrer que :

$$\frac{ap_2}{n}(1 - e^{-qE}) > ap_2(e^{-\frac{n-1}{n}qE} - e^{-qE})$$

soit encore :

$$\frac{1 - e^{-qE}}{e^{-\frac{n-1}{n}qE} - e^{-qE}} > n$$

et cela  $n \geq 2$

Posons  $f(n) = \frac{1 - e^{-qE}}{e^{-\frac{n-1}{n}qE} - e^{-qE}} = \frac{e^{qE} - 1}{e^{\frac{qE}{n}} - 1}$  et démontrons par récurrence que  $f(n) > n$  pour  $n \geq 2$

Première étape : on montre que  $f(2) > 2$

$$f(2) = \frac{e^{qE} - 1}{e^{\frac{qE}{2}} - 1} > 2 \Leftrightarrow e^{qE} - 1 > 2e^{\frac{qE}{2}} - 2 \Leftrightarrow \left(e^{\frac{qE}{2}} - 1\right)^2 > 0 \text{ vrai quel que soit } E.$$

Deuxième étape : on montre que  $f(n) > n \Rightarrow f(n+1) > n+1$

Il s'agit de montrer que  $\frac{e^{qE} - 1}{e^{\frac{qE}{n}} - 1} > n \Rightarrow \frac{e^{qE} - 1}{e^{\frac{qE}{n+1}} - 1} > n+1$

Soit encore que :

$$e^{qE} - 1 > n(e^{\frac{qE}{n}} - 1) \Rightarrow e^{qE} - 1 > (n+1)(e^{\frac{qE}{n+1}} - 1)$$

Pour cela il suffit de montrer que :

Annexes de la Partie 2 - Chapitre 3 : Rentabilité sociale et privée de la sélectivité et équilibre optimal de la pêche

$$e^{\frac{qE}{n}} - 1 > n(e^{\frac{qE}{n}} - 1) > (n+1)(e^{\frac{qE}{n+1}} - 1)$$

Considérons la fonction  $g(n) = n(e^{\frac{qE}{n}} - 1)$  où  $n \in \mathbb{R}^*+$

$$g'(n) = (1 - \frac{qE}{n})e^{\frac{qE}{n}} - 1$$

$$g'(n) < 0 \Leftrightarrow 1 - \frac{qE}{n} < e^{-\frac{qE}{n}}, \text{ ce qui est vrai quel que soit } \frac{qE}{n} > 0$$

Par suite pour toute valeur entière de  $n$ , on a :

$$g(n) > g(n+1)$$

$$\text{ie } n(e^{\frac{qE}{n}} - 1) > (n+1)(e^{\frac{qE}{n+1}} - 1), \text{ cqfd}$$

La propriété  $f(n) > n$  a donc été démontrée par récurrence  $\forall n \geq 2$

Ce qui démontre  $V_{Bi} > V_{Ai} \Rightarrow V_{Di} > V_{Ci}$

## ANNEXES DU CHAPITRE 4

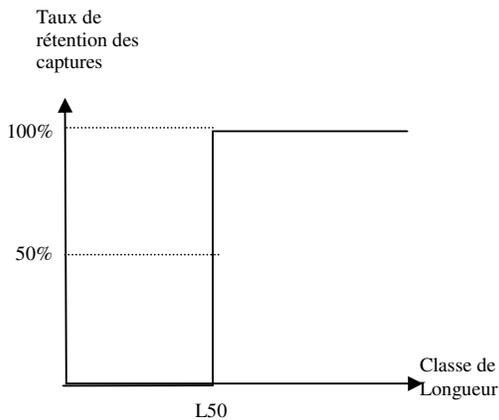
**ANNEXE 4.1 : Notions clef sur la sélectivité**

La courbe de sélection manuelle (ogives de tri) a été caractérisée dans le chapitre 2. La courbe de sélectivité est définie de la même façon. La courbe de sélectivité  $\varphi(L)$  donne pour chaque classe de longueur (ou groupe d'âge), la probabilité d'être capturé ou la proportion d'individus de taille L retenus par le maillage M. La courbe de sélectivité est décrite par trois points remarquables ( $L_{25}$ ,  $L_{50}$ ,  $L_{75}$ ) (, Figure 2) :

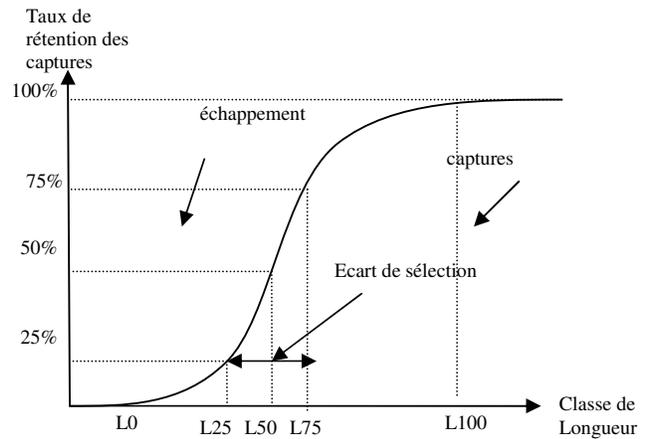
- le  $L_{25}$  : classe de longueur à l'intérieur de laquelle on observe le point 25% c'est-à-dire classe de longueur pour laquelle la probabilité d'être capturé est de 25%
- le  $L_{50}$  : classe de longueur à l'intérieur de laquelle on observe le taux de rétention des captures 50% c'est-à-dire classe de longueur pour laquelle la probabilité d'être capturé est de 50%. SF étant le facteur de sélection (fonction du chalut, de l'espèce, du fil, etc.) et M, la taille de la maille, on a :  $L_{50} = SF * M$
- le  $L_{75}$  : classe de longueur à l'intérieur de laquelle on observe le point 75% c'est-à-dire classe de longueur pour laquelle la probabilité d'être capturé est de 75%

L'écart de sélection est défini par  $L_{75}-L_{25}$ ,  $ES=L_{75}-L_{25} = \beta * L_{50}$

Dans le cas le plus simple où l'écart de sélection est nul  $ES=0$ , la courbe de sélectivité a la forme représentée en Figure 1 et dans le cas où l'écart de sélection est différent de 0, la courbe de sélectivité a l'allure représentée en Figure 2. Le taux de rétention croît progressivement (Laurec et Le Guen, 1981).



**Figure 25 :** Courbe de sélectivité en tranchet encore dite en fil de rasoir ou en lame de couteau ( $ES=0$ )



**Figure 26 :** Courbe de sélectivité avec  $ES$  différent de 0

$L_0$  est la taille de première capture.  $L_{100}$  est la taille à partir de laquelle tous les individus sont retenus par le chalut (vulnérabilité maximale).

La courbe de sélectivité peut être assimilée à une fonction logistique de la forme :

$$\varphi(L) = \frac{1}{1 + \exp(\alpha \cdot (L - L50))}, \quad \alpha = \frac{2 \cdot \ln(3)}{ES}$$

Quand on augmente le maillage, l'écart de sélection augmente, il ne s'agit pas uniquement d'une translation de la courbe logistique, la pente change.

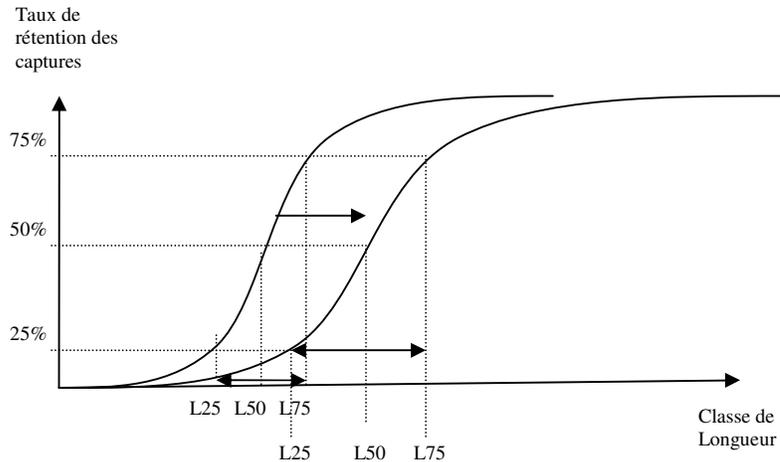


Figure 27 : Modification de la courbe de sélectivité dans le cas d'une augmentation du maillage

## ANNEXE 4.2 : Caractéristiques du marché de la langoustine

### 1. Production nationale

Au niveau national, essentiellement deux types de langoustines sont produits: la langoustine vivante et la langoustine glacée (Figure 28). La langoustine congelée n'est produite que de façon marginale.

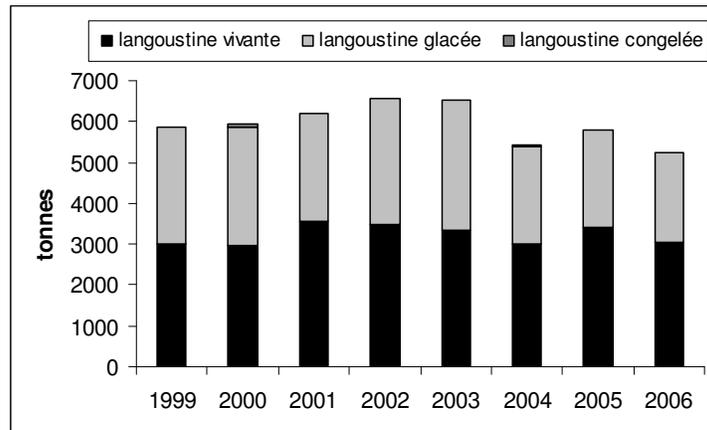


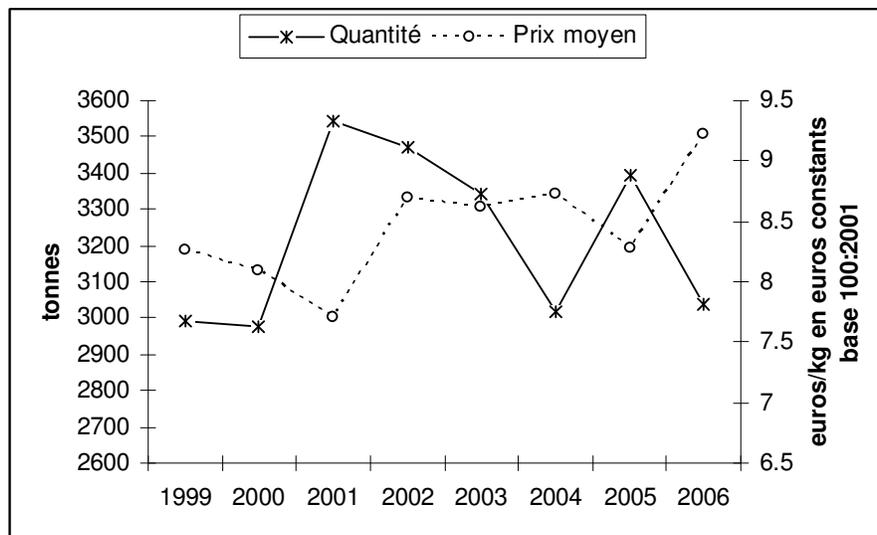
Figure 28: Evolution de la production nationale de langoustines de 1999 à 2006 en fonction du type de produit, vivante, glacée, congelée. Source : d'après données IFREMER/SIH.

Ce ne sont pas les mêmes navires qui pêchent la langoustine glacée et la langoustine vivante.

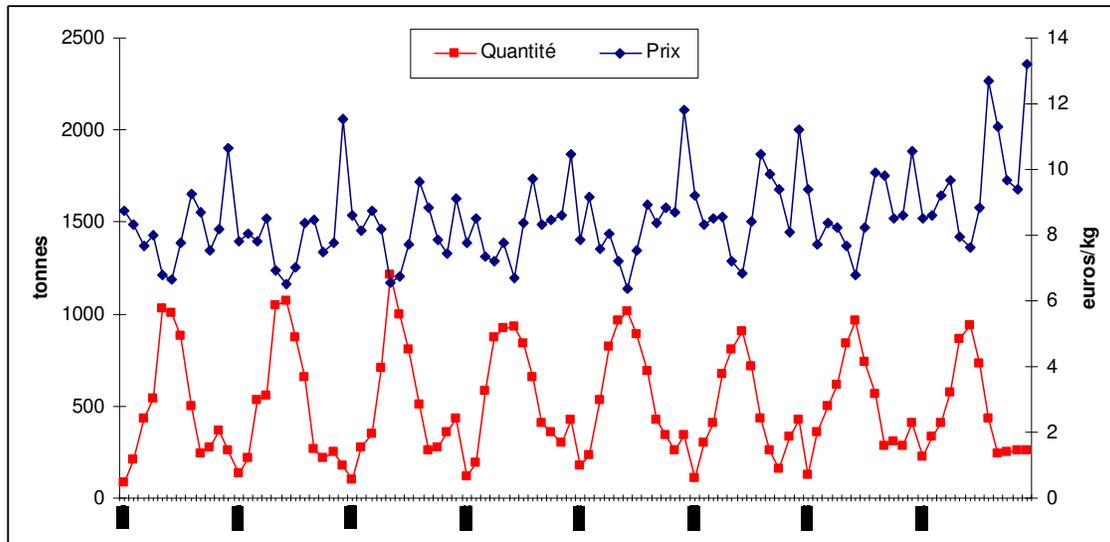
La langoustine glacée est produite par les navires hauturiers de Saint Guénolé et Loctudy pêchant en mer Celtique dans l'Ouest Irlande et sur les bancs de Porcupine. Ces navires réalisent des marées de deux semaines environ. Ils débarquent également de la langoustine congelée en faible quantité. La langoustine vivante pêchée par les navires côtiers langoustiniers qui pêchent dans le golfe de Gascogne à la journée généralement. En 2003, 3342 tonnes de langoustines vivantes, 3168 tonnes de langoustine glacée et 20 tonnes de langoustine congelée ont été débarquées en France, soit une production nationale de langoustine de 6531 tonnes.

Les prix au débarquement varient en fonction du type de produit débarqué. Les langoustines vivantes, glacées et congelées produites en France ont ainsi obtenu, en 2003, un prix moyen au débarquement de 8.97 euros/kg, 6.89 euros/kg et 3.59 euros/kg respectivement. Le prix moyen de la langoustine glacée sur la période 2001-2003 est de 7.22 euros/kg et celui de la langoustine vivante de 10.00 euros/kg

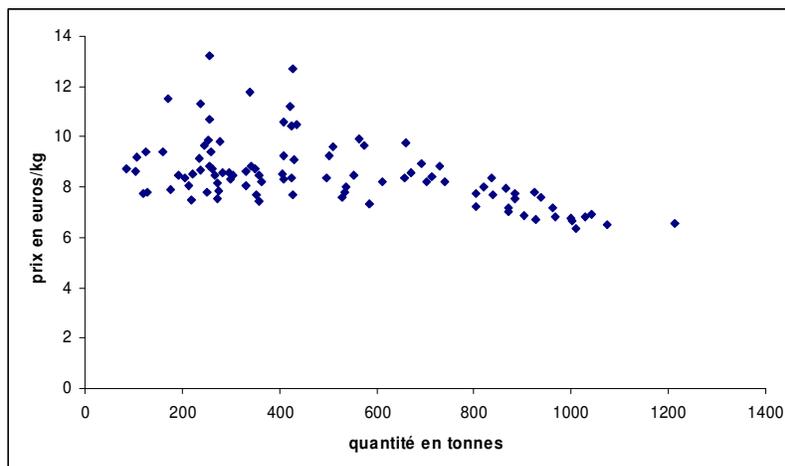
Le golfe de Gascogne concentre la quasi-totalité de l'offre nationale de langoustines vivantes. L'analyse de l'évolution des prix et débarquements annuels moyens des langoustines vivantes débarquées en France et des prix et débarquements mensuels de langoustine fraîche et la régression prix-quantité mensuelles de langoustine fraîche présentées dans les figures 5 à 7 mettent en évidence la sensibilité des prix aux quantités débarquées.



**Figure 29** : Evolution des prix annuels moyens au débarquement et quantités débarquées de langoustine vivante 1999-2006. Source : d'après données IFREMER/SIH.



**Figure 30** : Evolution des débarquements et prix moyens au débarquement par mois de langoustine fraîche (1999-2006). Source : données IFREMER/SIH.



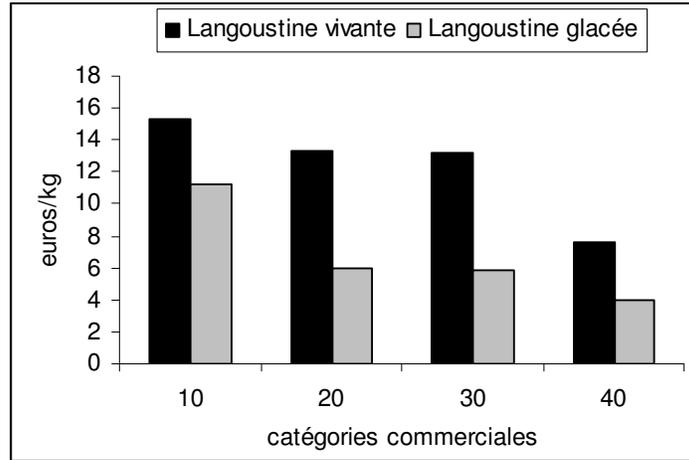
**Figure 31** : Régression prix-quantité mensuelle de langoustines fraîches. Source : données IFREMER/SIH.

L'évolution des prix et quantités de langoustines fraîches (langoustines vivantes et glacées) débarquées par mois montre que les apports sont très saisonniers (Figure 30). La saisonnalité des débarquements s'accompagne d'un mouvement inverse des prix qui suggère que :

- 1/ L'offre est saisonnière pour des raisons externes au marché (disponibilité de la langoustine)
- 2/ La fonction de demande n'est pas (trop) saisonnière d'où la diminution des prix observée lorsque les quantités débarquées augmentent.

Il existe également une structuration des prix selon la taille ou catégorie commerciale des langoustines. L'analyse des données de prix par catégorie commerciale (10, 20, 30 et 40) met en évidence la différence significative de prix selon les catégories commerciales (Figure 32) et le produit

débarqué langoustine vivante ou glacée. La catégorie 10 correspond aux plus grosses langoustines débarquées et la catégorie 40 aux plus petites langoustines.

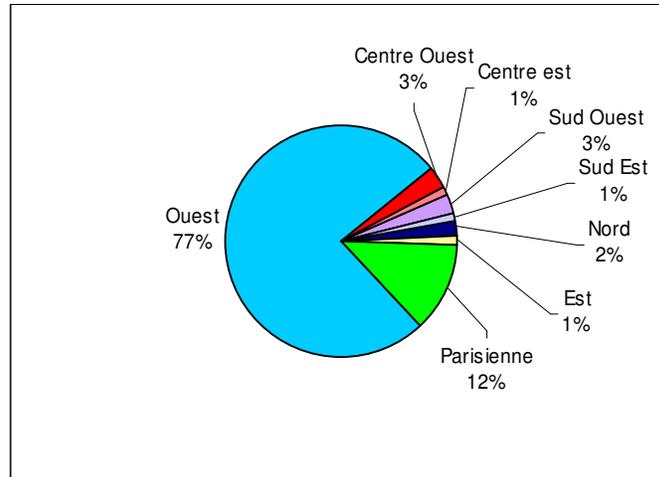


**Figure 32** : Prix moyen au débarquement par catégorie commerciale et état des langoustines vivante/glacée en 2003. Source : données IFREMER/SIH.

La structure des débarquements des navires langoustiniers de Mer Celtique qui débarquent de la langoustine glacée et des navires langoustiniers du golfe de Gascogne qui débarquent de la langoustine vivante diffère d'autre part en raison de la taille minimale de débarquement et du maillage appliquée ; La taille minimale de débarquement est ainsi fixée à 11 cm par les Organisations de producteurs pour la langoustine de mer Celtique alors qu'elle est fixée à 9 cm pour la langoustine du golfe de Gascogne. Le maillage minimal est de 80 mm en mer Celtique et de 70 mm dans le golfe de Gascogne.

## **2. Segmentation des marchés de langoustine vivante et glacée et segmentation en fonction de la catégorie de taille de langoustines**

Les données SECODIP décrivent les comportements des consommateurs à un niveau agrégé : pour l'ensemble des langoustines fraîches c'est à dire pour les langoustines vivantes et glacées confondues. Elles mettent en évidence que le marché français de la langoustine fraîche (vivante et glacée) est caractérisé par une régionalisation marquée (Figure 33).



**Figure 33:** Régionalisation des volumes de langoustine consommés moyenne 2001-2003. Sources : données SECODIP.

La région ouest domine très largement les autres régions en terme de volumes de langoustines consommées. Elle concentre 77% de la consommation de langoustines en volume (moyenne 2001-2003), la deuxième région de consommation étant la région parisienne (12% de la consommation en volume). Les entretiens réalisés auprès des mareyeurs permettent de préciser que la consommation de langoustine vivante est très liée à la proximité du littoral et à la géographie de la production. La langoustine vivante est consommée très localement, dans les ports de débarquements et commercialisée dans les villes les plus proches (Quimper et Brest). La langoustine vivante est un produit très côtier très spécifique du point de vue des producteurs et très concentré à l'ouest. Il n'y a pas ou peu d'importations de langoustines vivantes en France. Les langoustines glacées produites en France ou importées, alimentent le marché parisien et les grandes villes de l'Ouest plus éloignées des ports de débarquement. D'après les entretiens réalisés auprès de mareyeurs, le marché de la langoustine est donc structuré en deux marchés différenciés :

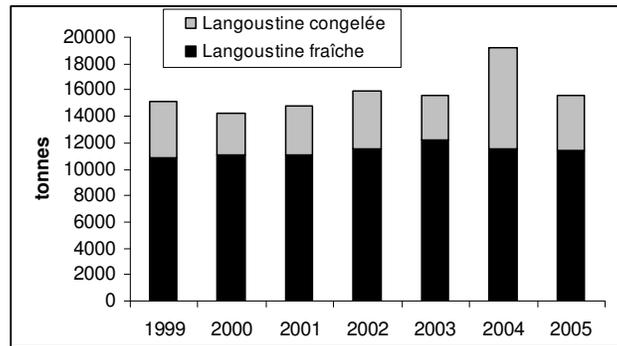
- un marché très segmenté géographiquement de langoustine vivante (produite par les navires de la pêche langoustinière du golfe de gascogne)
- un marché plus national et européen de langoustine glacée (produite par les navires de la pêche langoustinière de mer Celtique et importée) concurrencé par les importations écossaises en particulier. Les importations de langoustines sont essentiellement des importations de langoustines glacées et congelées qui ne concurrencent pas la langoustine vivante

Il existe donc une segmentation des marchés de langoustine vivante et glacée, géographique en premier lieu. Ce ne sont pas les mêmes navires qui produisent la langoustine glacée et la langoustine vivante et ces deux produits sont vendus sur des marchés segmentés. D'après les mareyeurs, outre la segmentation suivant le type de produit (vivant ou glacé), il existe une segmentation entre le marché

de la grosse langoustine et le marché de la petite langoustine (vivante ou glacée). La petite langoustine est consommée très localement, les grosses langoustines partent plutôt vers les grandes villes du grand Ouest ou sur le marché parisien ou sont exportées vers le marché espagnol. La saisonnalité de la consommation est marquée et suit l'évolution des apports comme nous l'avons vu précédemment. Les langoustines sont davantage consommées au printemps et en été ainsi qu'au moment des fêtes de fin d'année.

### 3. Commerce extérieur

Au niveau national environ 6500 tonnes de langoustines vivantes ou glacées sont produites, pour une consommation apparente de langoustine en France de 15000 tonnes environ.



**Figure 34** : Consommation apparente de langoustines fraîche et congelée en tonnes. Sources : données EUROSTAT et données IFREMER/SIH.

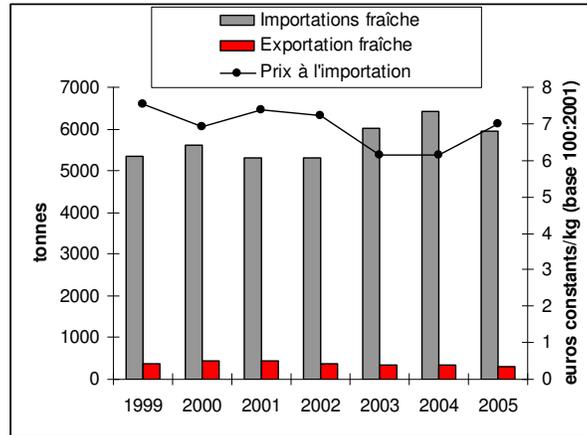
La part de marché de la production nationale de langoustine fraîche (vivante+glacée) par rapport à la consommation apparente est de 59% en 2003 (6500 tonnes produites d'une valeur de 51.8 millions d'euros) et la part de marché de la production nationale de langoustine congelée est de 0.4 % en 2003 (20 tonnes produites d'une valeur de 73 kEuros). La production nationale est loin de satisfaire la demande. Les importations de langoustine écossaise et irlandaise permettent d'alimenter le marché.

	total	langoustine fraîche	langoustine congelée
1999	0.64	0.49	1.02
2000	0.63	0.51	1.03
2001	0.62	0.48	1.02
2002	0.62	0.46	1.02
2003	0.61	0.49	1.02
2004	0.74	0.56	1.01
2005	0.65	0.52	1.02

**Tableau 10** : Taux d'importation = importation/consommation apparente en volume par type de langoustine.

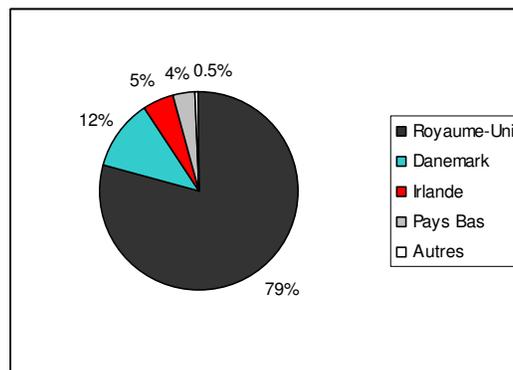
Sources : données EUROSTAT et données IFREMER/SIH.

L'analyse des taux d'importation par type de langoustine (fraîche ou congelée) (Tableau 10) montre que la langoustine congelée consommée en France provient quasi-exclusivement d'importations. Les taux d'importations supérieurs à 1 indiquent que la France importe et re-exporte une partie des langoustines congelées (après transformation). Les importations de langoustines congelées proviennent du Royaume-Uni et d'Irlande pour 80% d'entre eux (Figure 35). Le taux d'importation de la langoustine fraîche (essentiellement de la langoustine glacée) est de 50% environ (Tableau 10). Les importations alimentent pour moitié le marché de la langoustine fraîche. Les importations de langoustine fraîche représentent 36.6 millions d'euros en 2003.



**Figure 35** : Evolution des importations et exportation de langoustine fraîche en tonnes et évolution des prix à l'importation (2003). Sources : données EUROSTAT.

Les importations de langoustines fraîches sont essentiellement d'origine communautaire et les principaux partenaires sont, le Royaume-Uni (79%), le Danemark (12%), l'Irlande (5%), et les Pays Bas avec 4% de la valeur importée en 2003.



**Figure 36** :Provenance des importations langoustine fraîche en valeur (2003). Sources : données EUROSTAT.

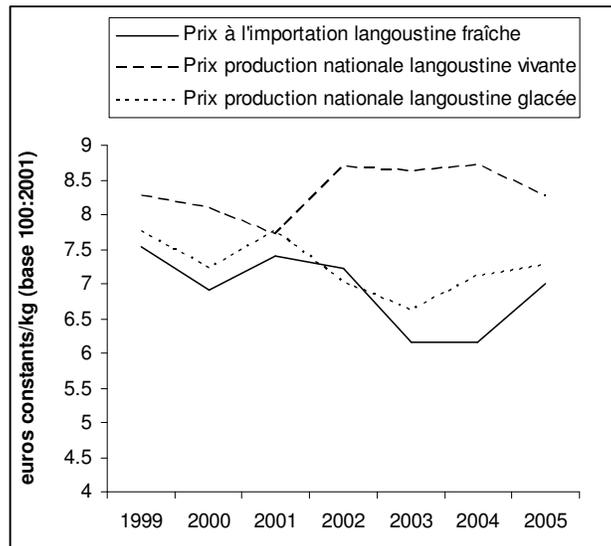
Les données Eurostat sur le commerce extérieur de la langoustine ne distinguent pas parmi les langoustines fraîches, les langoustines glacées des langoustines vivantes. On peut noter récemment

l'apparition sur le marché français de langoustines vivantes importées d'Ecosse qui viennent concurrencer les débarquements locaux. L'importation de langoustine vivante reste cependant très limitée et on peut supposer que les produits importés sont essentiellement constitués de langoustines glacées ou congelées. Les prix moyens des importations de langoustines « fraîches » sont de 7 euros/kg, plus proches du prix moyen des langoustines glacées que du prix moyen des langoustines vivantes. L'analyse des prix à l'importation par pays montre que la langoustine importée est essentiellement de la langoustine glacée dont le prix est inférieur à 7 euros/kg. Le prix moyen plus élevé des importations provenant du Danemark peut correspondre à des importations de langoustines glacée de grande taille ou à de l'importation de langoustine vivante.

	prix moyen euros/kg
Royaume-Uni	6.189
Danemark	9.651
Irlande	6.078
Pays Bas	5.216
Autres	5.801

**Tableau 11** : Prix moyen à l'importation des langoustines fraîches (2003). Sources : données EUROSTAT.

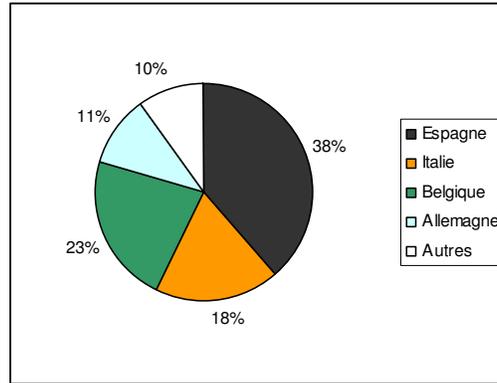
L'analyse des prix à l'importation de langoustine fraîche et prix de la production nationale de langoustine vivante et glacée met en effet en évidence qu'il existe une assez bonne corrélation entre les séries de prix de la production nationale de langoustine glacée et de prix des importations de langoustine fraîche mais que le prix de la langoustine vivante n'est en revanche apparemment pas corrélé au prix à l'importation (Figure 37) ce qui montre bien la segmentation des marchés.



**Figure 37** : Analyse des évolutions des prix à l'importation de langoustine fraîche et prix de la production nationale de langoustine vivante et glacée. Sources : données EUROSTAT et données IFREMER/SIH.

D'autre part, aux dires des mareyeurs les langoustines glacées et congelées d'importation ne concurrencent pas la langoustine vivante. Les importations alimentent le marché parisien et ne concurrencent pas la langoustine vivante dont le marché est très localisé à l'ouest.

Le faible volume exporté - moins de 1000 tonnes - concerne principalement l'Espagne, l'Italie, l'Allemagne et la Belgique.



**Figure 38** : Destination des exportations langoustine fraîche en valeur (2003). Sources : données EUROSTAT.

L'analyse des prix à l'exportation montre que des langoustines vivantes ou de belle taille sont exportées vers l'Espagne et la Belgique.

	prix moyen euros/kg
Espagne	10.53
Italie	6.42
Belgique	12.50
Allemagne	7.89
Autres	8.34

**Tableau 12** : Prix moyen à l'exportation des langoustines fraîches (2003). Sources : données EUROSTAT.

#### **ANNEXE 4.3 : Recodage des catégories commerciales de langoustine et merlu d'après les enquêtes en criées et les données de débarquements**

L'analyse des débarquements en 2003 par catégorie commerciale et quartier maritime donne les résultats suivants de quantité de langoustines débarquées par catégorie :

Criée/taille	10	20	30	40	Total
Lorient	7564	1693	173422	759004	941683
Le Guilvinec	58		157970	428548	586577
Concarneau	38		115140	429252	544431
Le Croisic	268	331		321004	321603
Oléron	37516	39257	50433	90300	217506
Lesconil	207		55545	159093	214845
Saint guénolé		42044		127976	170021
Loctudy			34170	103000	137170
Quiberon	30	174	4149	71030	75384
Les Sables	228	1576	56283	16597	74684
La Rochelle	348	884	687	534	2454
<b>Total</b>	<b>46258</b>	<b>85958</b>	<b>647800</b>	<b>2506341</b>	<b>3286357</b>

**Tableau 13** : Débarquements de langoustines en kg 2003 par catégorie commerciales des principales criées de débarquement de la langoustine vivante. Sources : données IFREMER/SIH.

Le Tableau 13 met en évidence l'hétérogénéité des catégories de langoustines débarquées suivant les criées. Les volumes débarquées de langoustines de catégorie 10 et 20 (grosses langoustines) sont marginaux. Ils représentent moins de 5% du total débarqué.

Nous avons réalisé des enquêtes téléphoniques auprès des criées de Lorient, Concarneau, Saint Guénolé, Le Guilvinec et Oléron. Ces enquêtes ont permis d'établir la correspondance entre les différentes catégories commerciales de langoustine et merlu débarquées par criée.

A **Lorient**, trois tailles de langoustines sont débarquées :

Taille 10 : langoustine royale

Taille 30 : grosse langoustine, regroupe les tailles 20 et 30 soumises aux mêmes prix de retrait

Taille 40 : petite langoustine

A partir de 2006, le changement dans les prix de retrait induit les modifications de tri suivantes :

Taille 10 : langoustine royale

Taille 20 : grosse langoustine

Taille 40 : petite langoustine, regroupement des langoustines de taille 40 et 30 (faible quantité de langoustine de taille 30)

Les définitions des tailles de langoustine sont les suivantes :

Taille 40 : 9 à 10,5 cm

Taille 30 : 11 à 12 cm

Taille 20 : 12 à 13,5 cm

Taille 10 : +13,5 cm

Six tailles de merlus sont d'autre part débarqués :

Taille 10 : >2500g

Taille 21 : 1800-2500g

Taille 22 : 1200-1800g

Taille 30 : 600-1200g

Taille 40 : 280-600g

Taille 50 : <280g

Les langoustiniers débarquent essentiellement du merluchon de taille 40-50

A **Concarneau**, trois tailles de langoustines sont débarquées :

(Taille 10 : langoustine royale)

Taille 30 : grosse langoustine, regroupe les tailles 10 et 20, ce sont les langoustines de plus de 12,5cm.

Taille 40 : petite langoustine, regroupe les tailles 30 et 40

Cinq tailles de merlus sont débarquées, 10, 20, 30, 40, 50

A **Saint-Guénolé**, deux tailles de langoustines sont débarquées :

Taille 20 : langoustine de taille 10 et 20, de plus de 12,5cm

Taille 40 : langoustine de taille 30 et 40, de 9 à 12,5 cm

Les langoustines de taille 12 correspondent à des langoustines de taille 20 (taille 1 et 2)

En ce qui concerne le merlu, les tailles classiques sont débarquées :

Taille 21 : 1800-2500g

Taille 22 : 1200-1800g

Taille 30 : 600-1200g

Taille 40 : 280-600g

Taille 50 : <280g

La Taille 10 est segmentée en

Taille 11 : merlu de plus de 5kg et

Taille 12 : merlu de 2,5 à 5 kg

Au **Guilvinec**, trois tailles de langoustine sont débarquées :

Taille 10 : langoustine royale plus de 20 au kg

Taille 30 : grosse langoustine, regroupe les tailles 10 et 20, langoustine de plus de 12,5cm de 20 à 40 au kg dont le prix de retrait est de 10 euros

Taille 40 : petite langoustine, regroupe les tailles 30 et 40 ? de 9 à 12,5 cm, plus de 40 au kg dont le prix de retrait est de 6 euros

Les tailles 11 et 12 correspondent respectivement à de la langoustine de taille 10 et de taille 30.

Six tailles de merlus sont débarquées : 10, 21, 22, 30, 40, 50,

A **Oléron**, 4 tailles de langoustines sont débarquées :

Taille 10 : moins de 20 au kg

Taille 20 : 21 à 30 au kg

Taille 30 : 31 à 40 au kg

Taille 40 : plus de 40 langoustine au kg et taille minimale de 10 cm imposée par l'Organisation des Producteurs d'Oléron.

Les résultats mettent en évidence l'hétérogénéité des définitions des catégories suivant les criées.

Ainsi à Lorient, les débarquements vendus sous l'appellation catégorie 10 correspondent aux débarquements de langoustine de taille Royale c'est-à-dire supérieure à 13.5 cm, les débarquements vendus sous l'appellation catégorie 30 correspondent à une agrégation des langoustines de catégories 20 et 30 c'est-à-dire à des langoustines dont la taille est comprise entre 11 cm et 13.5 cm, les débarquements vendus sous l'appellation catégorie 40 correspondent à des langoustines dont la taille est comprise entre 9 cm et 11 cm. A Concarneau, les débarquements vendus sous l'appellation catégorie 10 correspondent aux débarquements de langoustine de taille Royale, les débarquements vendus sous l'appellation catégorie 30 correspondent à une agrégation des langoustines de catégories 10 et 20 c'est-à-dire à des langoustines dont la taille est supérieure à 12.5 cm, les débarquements vendus sous l'appellation catégorie 40 correspondent à une agrégation des langoustines de catégories 30 et 40 c'est-à-dire à des langoustines dont la taille est comprise entre 9 cm et 12.5 cm. Selon les criées, la catégorie 30 peut ainsi correspondre à des langoustines dont la taille est comprise entre 11 cm et 13.5 cm (à Lorient), à des langoustines de taille strictement supérieure à 12.5 cm (au Guilvinec et à Concarneau) ou à la réglementation européenne (à la Côtinière).

D'après les données d'enquêtes et les données de débarquements par catégorie, les données ont été recodées pour les années 2001 à 2003 par criée en trois grandes catégories de langoustines. Les correspondances suivantes entre catégories débarquées et catégories recodées en royales R, grosse langoustine et petite langoustine ont été établies :

Concarneau : 10=R, 20=grosse, 30= grosse, 40=petite

St Guérolé : 12= grosse, 20= grosse, 40= petite

Le Guilvinec : 10=R, 30= grosse, 40= petite

Lesconil : 10=R, 30= grosse, 40= petite

Loctudy : 30= grosse, 40= petite

Ile d'Oléron : 10= grosse, 20= grosse, 30= petite, 40= petite

Les Sables : 10= grosse, 20= grosse, 30= petite, 40= petite

Lorient 10=R, 20= grosse, 30= grosse, 40= petite

Quiberon 10=R, 20= grosse, 30= petite, 40= petite

Au Croisic l'essentiel des débarquements est enregistré en catégorie 40, on utilise donc les prix moyens des catégories recodées estimées à partir des autres criées pour allouer les débarquements entre les catégories recodées.

Les débarquements de prix inférieur ou égal à 12 euros/kg sont recodés en catégorie petite langoustine, entre 12 et 15 euros/kg, ils sont recodés en grosses langoustine et en langoustine royale lorsque le prix des débarquements est supérieur à 15 euros/kg

**ANNEXE 4.4 :Correspondance catégorie langoustine et âge**

	âge 1 [1,2[	âge 2 [2,3[	âge 3 [3,4[	âge 4 [4,5[	âge 5 [5,6[	âge 6 [6,7[	âge 7 [7,8[	âge 8 [8,9[	Gpe+ 9+
taille min CT	9.9	18.6	25.8	30.7	34.9	38.7	42.0	44.8	47.3
Taille min LT	3.4	6.3	8.8	10.4	11.9	13.1	14.3	15.2	16.1
poids moyen	0.0040	0.0090	0.0167	0.0260	0.0353	0.0460	0.0543	0.0567	0.0713
nombre au kilo	250.0	111.1	60.0	38.5	28.3	21.7	18.4	17.6	14.0
catégorie commerciale	catég 40	catég 40	catég 40	catég 30	catég 20	catég 20	catég 10	catég 10	catég 10

Sources : ICES, 2004.

**ANNEXE 4.5 : Modèle de prix par catégorie pour la langoustine vivante**

Deux modèles de prix ont été estimés :

1- Un modèle à élasticités croisées entre grosses langoustines notées g (de catégories 10 et 20 recodées) et petites langoustines (de catégories 30 et 40 recodées) notées p tel que :

$$\ln P_{p,t} = \alpha_p + \beta_p \ln L_{p,t} + \gamma_p \cdot \ln L_{g,t} \tag{Eq. 1}$$

$$\ln P_{g,t} = \alpha_g + \beta_g \ln L_{g,t} + \gamma_g \cdot \ln L_{p,t} \tag{Eq. 2}$$

où  $P_{p,t}$  et  $P_{g,t}$  sont respectivement le prix de la petite langoustine et le prix de la grosse langoustine à la période t

$\alpha_p$  et  $\alpha_g$  sont les constantes spécifiques à chaque catégorie c,

$\beta_p$  et  $\beta_g$  les élasticités prix-quantité par catégorie et  $L_{p,t}$  et  $L_{g,t}$  sont respectivement les débarquements de petites langoustines et les débarquements de grosses langoustines de l'ensemble de la flottille langoustinière à la période t.

$\gamma_p, \gamma_g$  sont les élasticités de substitutions de petites langoustines par des grosses langoustines et de grosses langoustines par des petites langoustines respectivement.

On suppose que la catégorie de langoustines royale est un produit non substituable.

2- Un modèle de prix log-linéaire estimé pour chaque catégorie de langoustine c (avec c=langoustine royale, grosse langoustine ou petite langoustine) a donc été testé tel que :

$$\ln P_{c,t} = \alpha_c + \beta_c \ln L_{c,t} \tag{Eq. 3}$$

où  $P_{c,t}$  est le prix de la catégorie  $c$ , à la période  $t$ ,  $\alpha_c$  est une constante spécifique à chaque catégorie  $c$ ,  $\beta_c$  est l'élasticité prix-quantité par catégorie et  $L_{c,t}$  sont les débarquements par catégorie  $c$  de l'ensemble de la flottille langoustinière à la période  $t$ .

Ce modèle considère chaque catégorie comme un produit distinct sans possibilité de substitution entre produit.

1. Les paramètres estimés et tests statistiques correspondant au modèle de prix avec élasticité croisée sont présentés dans le Tableau 14.

	coefficient de régression	Ecart type	t de student	Pr(> t )
<b>Petite langoustine</b>				
$\alpha$	3.88634	0.33405	11.634	3.21e-13***
$\beta$	-0.29974	0.06819	-4.395	0.000108***
$\gamma$	0.16874	0.07469	2.259	0.030595*
nombre d'observation	36			
r <sup>2</sup> ajusté	0.5111			
Ecart-type résiduel	0.1333			
<b>Grosse langoustine</b>				
$\alpha$	4.29409	0.41209	10.42	5.72e-12***
$\beta$	0.07842	0.09213	0.851	0.4008
$\gamma$	-0.20807	0.08412	-2.473	0.0187*
nombre d'observation	36			
r <sup>2</sup> ajusté	0.32			
Ecart-type résiduel	0.1644			

**Tableau 14:** Estimation des paramètres du modèle de prix de la langoustine avec élasticité croisée entre catégories. Sources : données IFREMER/SIH.

L'analyse met en évidence que dans le cas de la petite langoustine, les coefficients sont significatifs au seuil 5%.

Dans le cas de la grosse langoustine en revanche, le prix de la grosse langoustine dépend uniquement des quantités de petites langoustines débarquées ce qui laisse supposer que le marché de la grosse langoustine vivante s'inscrit dans un marché de plus grande taille.

**Analyse de variance**  $\ln P_{p,t} = \alpha_p + \beta_p \ln L_{p,t} + \gamma_p \cdot \ln L_{g,t}$

Réponse: log(Prix petite langoustine)

	Df	SumSq	MeanSq	Fvalue	Pr(>F)
log(Quantité petite langoustine)	1	0.59476	0.59476	33.4795	1.811e-06***
log(Quantité grosse langoustine)	1	0.09068	0.09068	5.1043	0.03059*
Residuals	33	0.58624	0.01776		
R <sup>2</sup> ajusté	0.5111				
Ecart type résiduel	0.1333				
F-statistic	19.29				
p-value	2.825e-06				

**Analyse de variance**  $\ln P_{g,t} = \alpha_g + \beta_g \ln L_{g,t} + \gamma_g \cdot \ln L_{p,t}$

Réponse: log(Prix grosse langoustine)

	Df	SumSq	MeanSq	Fvalue	Pr(>F)
log(Quantité grosse langoustine)	1	0.33398	0.33398	12.3540	0.001302**
log(Quantité petite langoustine)	1	0.16539	0.16539	6.1178	0.018703*
Residuals	33	0.89214	0.02703		
R <sup>2</sup> ajusté	0.32				
Ecart type résiduel	0.1644				
F-statistic	9.236				
p-value	0.0006525				

Une analyse de la multicollinéarité révèle cependant que les quantités de grosses et petites langoustines sont très corrélées; le coefficient de corrélation entre les quantités débarquées de petites langoustines et grosses langoustines est de 0.9155741 et le test de multicollinéarité valide l'existence d'une colinéarité entre ces deux variables (la racine carrée du rapport entre les valeurs propres maximum et minimum de la matrice  $t(Z)Z$  des corrélations vaut 71.79473). Chatterjee et Price (1991) indiquent d'après leur expérience qu'il convient de s'alarmer lorsque ce nombre de condition de la matrice  $t(Z)Z$  est supérieur à 15 (Gros, 2000). Ce test met en évidence que le modèle à élasticités croisées n'est pas bien spécifié

2. Les paramètres estimés et tests statistiques correspondant au modèle de prix sans élasticité croisée sont présentés dans le Tableau 15.

	coefficient de régression	Ecart type	t de student	Pr(> t )
<b>Petite langoustine</b>				
$\alpha$	3.99047	0.35026	11.393	3.74e-13***
$\beta$	-0.15868	0.02903	-5.466	4.26e-06***
nombre d'observation	36			
r <sup>2</sup> ajusté	0.452			
Ecart-type résiduel	0.1411			
<b>Grosse langoustine</b>				
$\alpha$	4.01778	0.42547	9.443	4.95e-11***
$\beta$	-0.13023	0.03974	-3.277	0.00242**
nombre d'observation	36			
r <sup>2</sup> ajusté	0.2177			
Ecart-type résiduel	0.1764			
<b>Langoustine royale</b>				
$\alpha$	3.73453	0.23855	15.65	<2e-16***
$\beta$	-0.13578	0.03336	-4.07	0.000265***
nombre d'observation	36			
r <sup>2</sup> ajusté	0.3078			
Ecart-type résiduel	0.1612			

**Tableau 15** : Estimation des paramètres du modèle de prix de la langoustine sans élasticité croisée entre catégories. Sources : données IFREMER/SIH.

L'analyse met en évidence que les coefficients de la régression sont significatifs au seuil 5%.

Dans le cas de régressions linéaires de la forme :

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Y : La variable à expliquer

X : Les variables explicatives

$\varepsilon$  : Le terme d'erreur,

Avec comme hypothèse :

H<sub>1</sub> :  $Cov(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0$ , hypothèse d'indépendance.

H<sub>2</sub> :  $Var(\varepsilon_i) = \sigma^2, \forall i$ , hypothèse d'homoscédasticité.

H<sub>3</sub> :  $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$ , loi normale d'espérance nulle et de variance  $\sigma^2$

Le modèle est valide lorsque ces trois hypothèses sont vérifiées. Pour que le modèle soit valide, il faut donc s'assurer du respect des hypothèses H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>. En effet, la validité des tests effectués et la précision des intervalles de confiance ou des intervalles de prédiction dépendent de ces trois hypothèses. Pour cela, nous disposons de méthodes graphiques et de tests formels (Saporta, 1990).

Les tests de validité du modèle sont présentés dans le Tableau 16 :

<b>Petite langoustine</b>		p-value
Test de normalité des résidus de Shapiro-Wilk	W = 0.9107	0.00676
Test d'homoscédasticité des résidus de Breusch-Pagan	BP = 0.2658	0.6062
Test d'indépendance de Durbin-Watson	DW = 1.8572	0.2882
<b>Grosse langoustine</b>		
Test de normalité des résidus de Shapiro-Wilk	W = 0.97	0.4268
Test d'homoscédasticité des résidus de Breusch-Pagan	BP = 0.0223	0.8814
Test d'indépendance de Durbin-Watson	DW = 1.0937	0.001303

**Tableau 16** : Tests de validité des hypothèses de normalité des résidus, homoscédasticité et indépendance des modèles de formation des prix estimés.

Les tests indiquent que dans le cas de la petite langoustine, le test de normalité des résidus n'est pas validé et que dans le cas de la grosse langoustine, le test d'indépendance n'est pas validé. Dans le cas de la grosse langoustine il existe donc une autocorrélation des résidus. Le nombre de données disponibles ne permet pas de tester des modèles autorégressifs qui permettraient de résoudre les problèmes de l'autocorrélation.

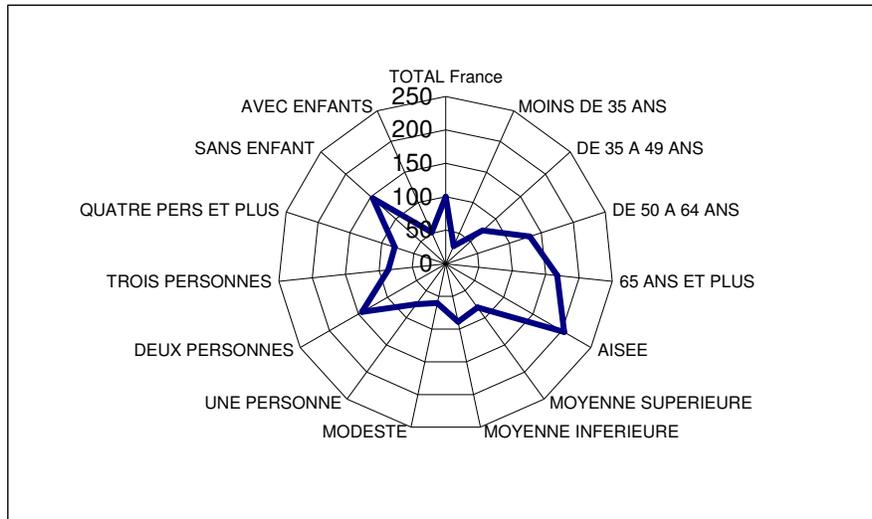
Ces analyses économétriques ne permettent pas de conclure en faveur d'un des modèles. Nous utiliserons cependant les paramètres estimés comme valeur conventionnel afin de tester différentes hypothèses de modèles de prix en utilisant des valeurs plausibles.

#### **ANNEXE 4.6 : Profil des consommateurs et répartition des achats selon les circuits de distribution**

L'analyse des profils des consommateurs et de la répartition des achats suivants les circuits de distribution doit permettre d'identifier les consommateurs et de discuter la répartition des variations de surplus à travers les circuits de distribution.

##### **1. Profil des consommateurs**

Outre la localisation géographique marquée des consommateurs de langoustines fraîches, l'analyse du profil de consommation de la langoustine fraîche montre que les consommateurs de langoustines sont surreprésentés parmi les plus de 50 ans, les foyers de deux personnes et/ou qui ont des revenus élevés.



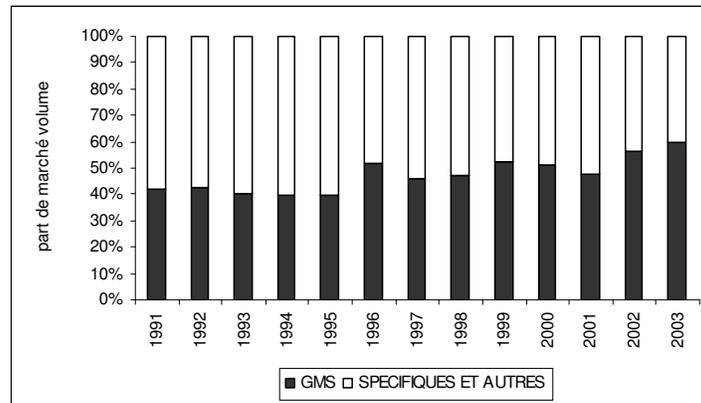
**Figure 39:** Profil de consommation de langoustine fraîche. Source : données SECODIP 2002.

On observe inversement une sous-consommation de langoustines chez les moins de 35 ans, dans les catégories à revenus modestes, moyens inférieurs ou moyens supérieurs et/ ou ayant des enfants. Contrairement aux tendances observées pour les autres produits aquatiques, on observe qu'entre 1991 et 2001, l'écart de niveau de consommation de langoustines s'est creusé entre les populations les plus âgées et les populations d'âge inférieur à 50 ans d'une part et les populations les plus aisées et les populations à revenus moyens ou faibles d'autre part. Cependant, l'agrégation des types de produits et des catégories de taille de langoustine ne permet pas de conclure de façon certaine sur le profil des consommateurs de langoustines. Compte tenu des différences de prix entre catégories et types de produits, les résultats de profils de consommation par type de produit (langoustine glacée/vivante) et par catégorie de taille (grosse/petite langoustine) auraient été certainement plus contrastés. Il n'est donc pas possible à partir de ces données d'identifier les consommateurs dont la satisfaction pourrait être modifiée par une variation de structure des débarquements de langoustine vivante. D'autre part, le pic de consommation correspond à la période estivale. Si le marché de la langoustine est très côtier, il peut cependant toucher des consommateurs répartis plus largement sur le territoire, qui fréquentent les ports langoustiniers en été

## **2. Répartition des achats selon les modes de distribution et écart entre prix de première vente et prix à la consommation**

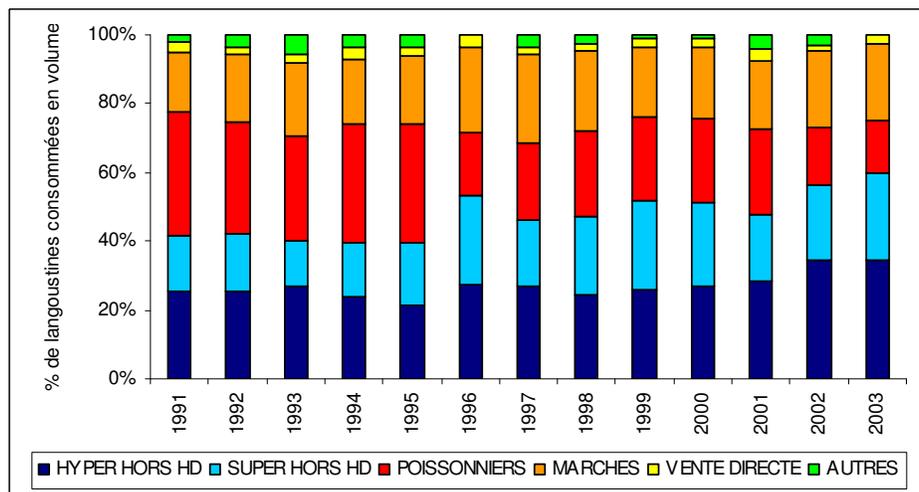
Les données SECODIP de 1991 à 2002 concernant la langoustine vendue en frais en France permettent ainsi de définir des tendances concernant l'évolution des quantités consommées et des prix à la consommation selon le mode de distribution.

Le marché de la langoustine a subi, ces quinze dernières années, une progression des parts de marché des Grandes et Moyennes Surfaces (GMS) au détriment des circuits traditionnels (Figure 40) de 40% environ de 1990 à 1994 à 60% en 2003.



**Figure 40** : Répartition des achats de langoustines fraîche entre GMS et autres circuits de distribution. Parts de marché en volume. Sources : données SECODIP 1991-2004.

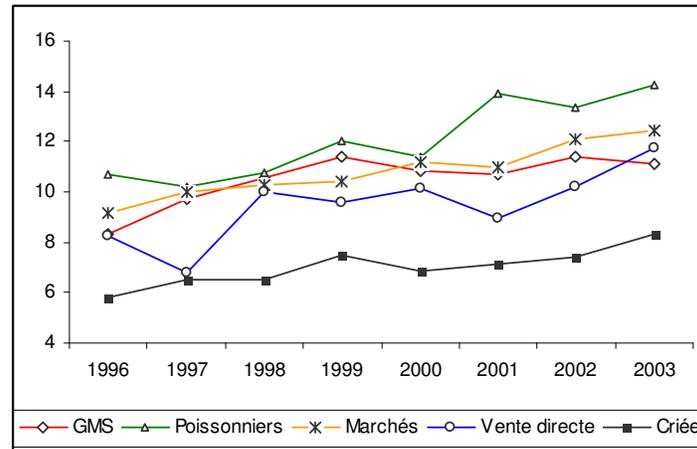
La Figure 41 montre que la progression des GMS (hypermarchés et des supermarchés) ces dernières années (de 1996 à 2002) s'est faite essentiellement au détriment des poissonneries.



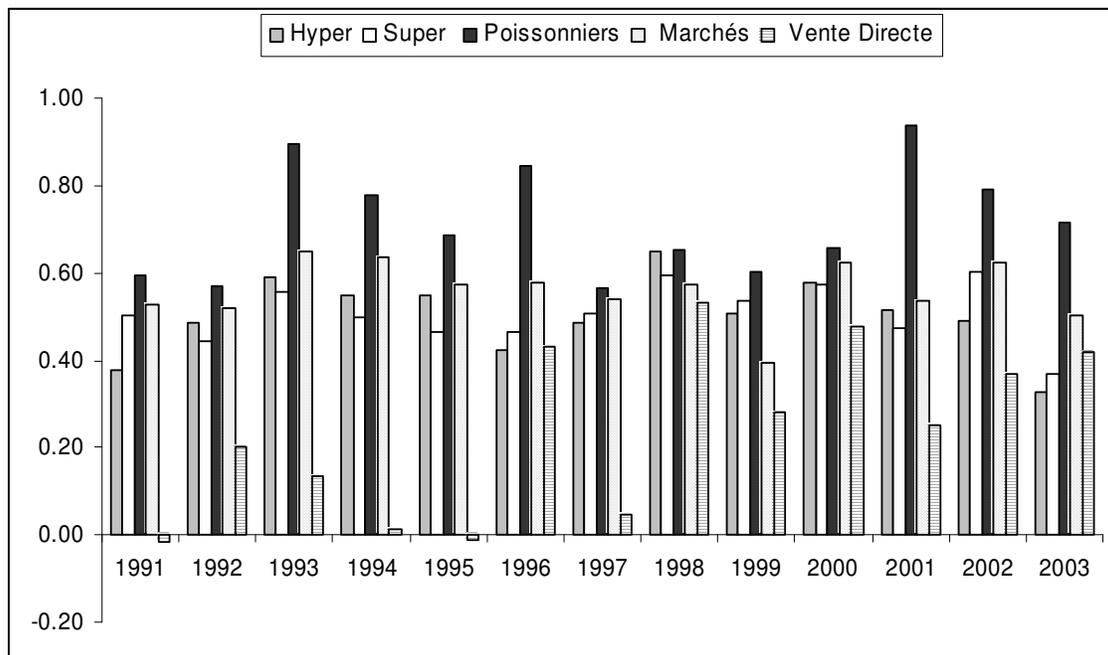
**Figure 41** : Répartition des achats de langoustines par grands types de circuits de distribution. Parts de marché en volume. Sources : données SECODIP 1991-2004.

L'analyse des évolutions des prix moyens selon les différents circuits de distribution (Figure 42) met en évidence que ces dernières années, l'écart s'est creusé entre les prix au débarquement (prix criée) et les prix de vente en circuits spécifiques ou en grandes et moyennes surfaces. Les poissonneries ont la marge commerciale la plus importante (environ 6 euros ces dernières années). Cependant il s'agit ici de prix moyens or la différence de prix entre catégories de taille et type de produits est importante. Les différences de marges peuvent donc également être dues à une spécialisation des circuits de distribution en fonction du type de produit (langoustine vivante ou glacée) et/ou de la catégorie de taille. Des effets structures peuvent jouer sur les marges. Nous ne disposons cependant pas d'informations sur l'existence d'une segmentation des circuits de distribution selon les tailles de

langoustines et l'état (vivant, glacé). La diminution des marges des GMS peut ainsi s'expliquer par une spécialisation sur les petites langoustines ou le développement de stratégies de produit d'appel, vendus à prix coûtant.



**Figure 42 :** Evolution du prix moyen de la langoustine fraîche selon les grands types de circuits de distribution (circuits spécifiques et GMS). Sources : données SECODIP 1991-2004 et OFIMER 1991-2004.



**Figure 43:** Taux de marge par rapport au prix de vente en criée selon le circuit de distribution. Sources : données SECODIP 1991-2004 et OFIMER 1991-2004.

Les entretiens avec les mareyeurs mettent en évidence l'existence d'une segmentation des marchés selon les circuits de distribution et les catégories : dans le cas de la langoustine vivante, les plus grosses langoustines sont généralement exportées ou vendues à des restaurateurs et des poissonniers ou partent à Paris tandis que les petites langoustines restent en Bretagne et sont vendues notamment aux GMS proches des ports de débarquements (Quimper et Brest en particulier) qui s'en servent

comme produit d'appel en les vendant à prix coûtant. Les GMS achètent en fonction du prix tandis que les restaurateurs achètent en fonction de la qualité et de leur carte.

L'analyse des marges commerciales des différents circuits de distribution est donc délicate et nécessiterait de bien connaître la spécialisation des circuits de distributions en fonction du type de produit et de la catégorie de taille. Il semble du moins que la petite langoustine vivante soit consommée très localement et que des variations de structures et quantités des débarquements de petites langoustines toucheraient essentiellement les consommateurs s'approvisionnant dans les GMS ou circuits traditionnels côtiers.

#### ANNEXE 4.7 : Paramètres techniques et économiques par sous-flottille

Sous flottille	Flottille langoustinière Nord Gascogne					Flottille langoustinière autres régions				
	[1;2]	]2;3]	]3;4]	]4;5]	]5;6]	[1;2]	]2;3]	]3;4]	]4;5]	]5;6]
Caractéristiques moyennes de la population (2001-2003)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Effectif de navires	46	47	41	23	7	8	23	13	27	3
Quantités total (kg)	1319342	2357776	2917902	2629712	1322390	142048	708656	466580	1325484	3926072
Quantités LN (kg)	505188	815601	908370	655805	167982	2410612	19800451	9021730	27037347	40447
Age navires	24	22	17	18	15	20	15	18	17	19
Long_cm	1224	1480	1534	1613	1715	1248	1446	1695	1767	1948
Jaugeb_100etx	1810	3064	3551	3627	4751	2147	3111	4164	5015	6524
Jgt	2045	3999	4990	5429	6342	2066	3391	6018	7336	9315
Puis_kw	155	225	260	279	265	176	250	303	336	377
Effectif_final	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
CA moyen par navire en Euros	147243	252203	342808	467468	643889	186617	328294	345563	492828	547342
CA 2001-2002	145329	249463	338979	478400	521355	160551	337449	307017	435360	483433
Equipage 2001-2002	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
Duree_maree	13	14	96	212	48	13	14	96	212	48
Nb heure de pêche/j	13	14	24	24	24	13	14	24	24	24
Nb jours de mer	199	199	201	217	225	199	199	201	217	225
Nb heures moteur	2450	3148	4501	4945	5500	2450	3148	4501	4945	5500
Valeur de l'assurance	191293	303777	368426	531963	800829	191293	303777	368426	531963	800829
taux d'intérêt à long terme	4.64%	4.64%	4.64%	4.64%	4.64%	4.64%	4.64%	4.64%	4.64%	4.64%

**Tableau 17:** Caractéristiques moyennes de la population (2001-2003). Source : données IFREMER/SIH.

Sous flottille	Flottille langoustinière Nord Gascogne					Flottille langoustinière autres régions				
	[1:2]	[2:3]	[3:4]	[4:5]	[5: ]	[1:2]	[2:3]	[3:4]	[4:5]	[5: ]
Moyennes par navire (2001-2003) en euros	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Chiffre d'affaires brut	147243	252203	342808	467468	643889	186617	328294	345563	492828	547342
Frais de débarquement	5575	13818	16302	25483	35591	7066	17988	16433	26866	30254
Frais Carburant et huile	16482	35102	53848	75647	77458	18208	47483	48771	68841	71824
Frais Appâts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Frais Vivres	676	4027	7546	12756	11057	747	5447	6835	11608	10253
Frais Glace	109	911	2074	4281	3514	108	1334	1862	3796	5932
Reste à partager	124400	198345	263038	349301	516269	160487	256043	271663	381717	429079
Part équipage (% reste à partager)	55406	87371	114641	151509	216833	71479	112787	118400	165570	180213
Part armement	68994	110974	148397	197792	299436	89009	143256	153263	216147	248866
Part équipage (% CA)	54555	86540	111990	156266	166567	60269	117062	101431	142207	154451
Prime équipage (source comptable)	2118	10087	15787	20231	10274	2340	13645	14298	18411	9527
Cotisations salariales	6739	10714	14216	16896	14042	7445	14493	12875	15376	13021
Cotisations patronales	5687	11810	15841	19382	15943	6283	15976	14347	17638	14783
Frais engins - gréements	7149	12062	17548	23152	29037	7898	16316	15893	21069	26925
Entretien réparations	7702	17446	25080	32842	38146	8509	23599	22715	29887	35371
Prime d'assurance	6134	9515	12633	15724	20052	6776	12871	11442	14309	18593
Frais de gestion et d'armement	5889	6895	9556	15839	11828	6506	9327	8655	14414	10967
Licences	26	6	36	0	0	28	8	33	0	0
Taxes comités	503	800	1061	1261	1048	556	1082	961	1147	972
Amortissement économique	6625	11805	14101	21515	24077	7319	15969	12771	19579	22325
Intérêts	8882	14105	17107	24701	37185	8882	14105	17107	24701	37185
Coût d'opportunité du travail (Salaire net horaire)	7.19	7.19	7.19	7.19	7.19	7.19	7.19	7.19	7.19	7.19
Coût d'opportunité du travail (Salaire net annuel)	13850	13850	13850	13850	13850	13850	13850	13850	13850	13850

**Tableau 18** : Coûts et revenus moyens 2001-2003 par sous-flottille. Source: données IFREMER/SIH.

Sous flottille	Flottille langoustinière Nord Gascogne					Flottille langoustinière autres régions				
	[1:2]	[2:3]	[3:4]	[4:5]	[5: ]	[1:2]	[2:3]	[3:4]	[4:5]	[5: ]
Indicateurs clés en Keuros moyenne par navire (2001-2003)	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Chiffre d'affaires brut	147	252	343	467	644	187	328	346	493	547
Consommations intermédiaires	50	100	145	206	227	56	134	133	191	210
Valeur ajoutée brute	98	152	198	262	417	131	194	213	302	337
Rémunération brute du travail	58	97	130	172	227	74	126	133	184	190
Rémunération nette du travail	51	87	116	155	213	66	112	120	169	177
Surplus équipage	23	46	62	87	133	39	71	67	101	88
Coût total du travail	63	109	146	191	243	80	142	147	202	205
Excédent brut d'exploitation	34	42	51	69	173	50	50	65	99	132
Excédent net d'exploitation	27	31	37	48	149	43	34	52	80	109
taux de profit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Surplus armateur	18	16	20	23	112	34	20	35	55	72
Surplus armateur + patron	30	32	35	41	135	54	44	53	76	86
Surplus producteurs	41	62	81	110	245	73	91	102	156	161
Salaire net par marin	25	29	29	32	37	34	37	32	34	28
Salaire net par marin / mois (en euros)	2116	2456	2452	2648	3063	2824	3120	2632	2866	2310
Salaire net par marin / jours de mer (en euros)	128	148	147	147	163	170	188	157	159	123
Salaire net par marin / heure moteur (en euros)	10	9	7	6	7	14	12	7	7	5

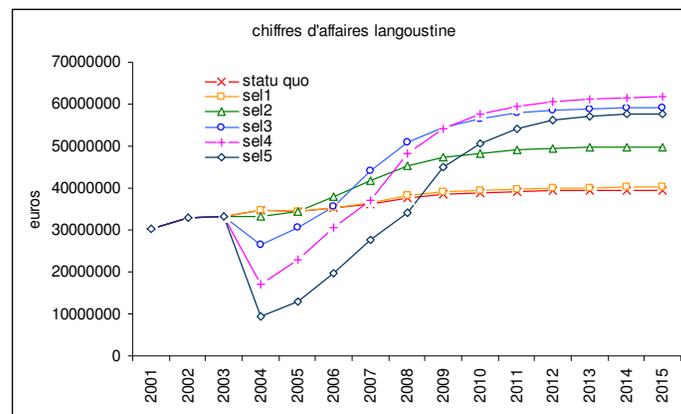
**Tableau 19** : Principaux indicateurs économiques par sous-flottille, moyenne 2001-2003. Source: données IFREMER/SIH.

**ANNEXE 4.8 : Indicateurs à l'équilibre (2015) pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité et sous les trois hypothèses de modèle de prix considérées**

	en 2015	statu quo	sel1	sel2	sel3	sel4	sel5
	Biomasse en tonnes	19475	19824	24568	31790	39092	46404
	Rejets en tonnes	1559	1531	811	299	189	125
	Débarquements en tonnes	4216	4300	5438	6196	6145	5698
P1	Chiffre d'affaires langoustine en millions d'euros	41	42	54	68	81	75
	Surplus du Producteur en millions d'euros	29	30	41	55	67	62
	Surplus du consommateur en millions d'euros	0	0	0	0	0	0
	Surplus Etat	4	4	5	6	6	6
	Surplus total en millions d'euros	33	34	46	60	74	68
P2	Chiffre d'affaires langoustine en millions d'euros	40	40	50	59	62	58
	Surplus du Producteur en millions d'euros	28	28	37	46	49	45
	Surplus du consommateur en millions d'euros	46	47	58	69	71	66
	Surplus Etat	4	4	5	5	5	5
	Surplus total en millions d'euros	78	80	100	120	125	117
P3	Chiffre d'affaires langoustine en millions d'euros	47	48	61	84	62	58
	Surplus du Producteur en millions d'euros	35	36	48	70	49	45
	Surplus du consommateur en millions d'euros	55	56	71	91	71	66
	Surplus Etat	5	5	5	7	5	5
	Surplus total en millions d'euros	95	97	125	168	125	117

P1 : prix exogènes et constants ; P2 : modèle de prix sans élasticité croisée ; P3 : modèle de prix avec élasticité croisée

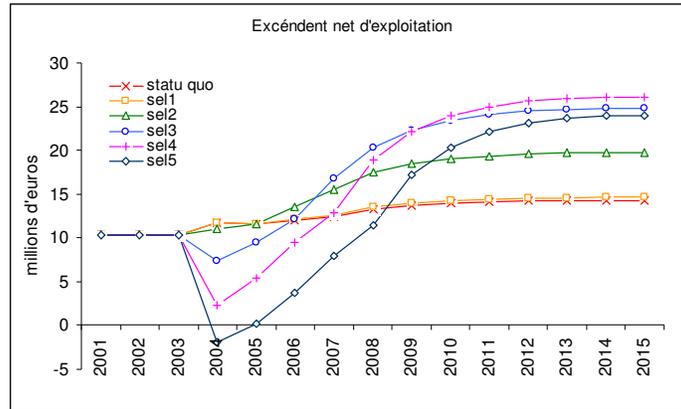
**ANNEXE 4.9 : Evolution du chiffre d'affaires langoustine en fonction des scénarios sélectifs testés**



**Figure 44 :** Evolution du chiffre d'affaires issu des débarquements de langoustine en euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité dans le cas où l'on suppose un modèle de prix sans élasticité croisée. Source : Modèle.

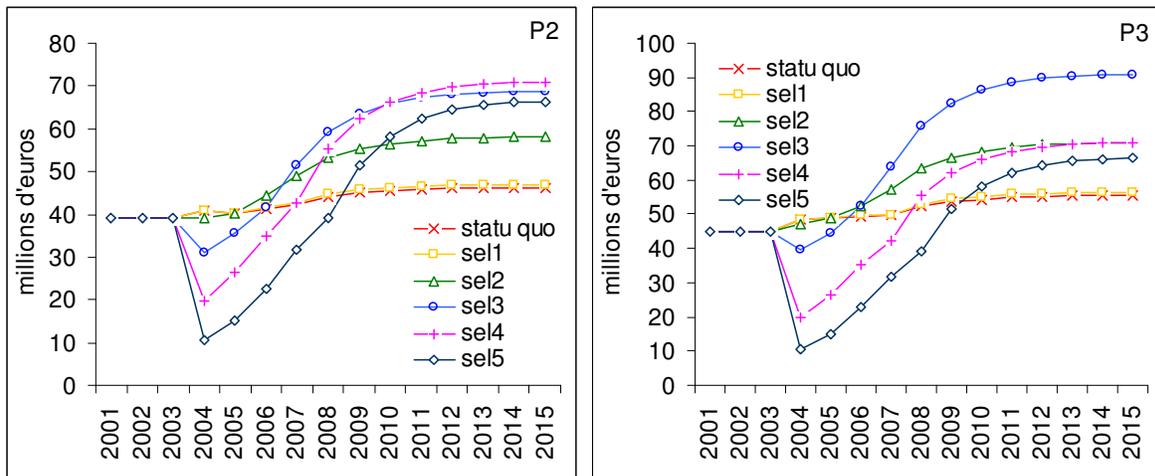
Les réductions de débarquements des scénarios 3, 4 et 5 observés la première année de simulation se traduisent par une diminution du chiffre d'affaires langoustine de 24%, 51% et 73% respectivement dans le cas où l'on suppose un modèle de prix sans élasticité croisée.

**ANNEXE 4.10 : Evolution de l'Excédent Net d'Exploitation en fonction des scénarios sélectifs testés**



**Figure 45 :** Evolution de l'excédent net d'exploitation en millions d'euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité dans le cas où l'on suppose un modèle de prix sans élasticité croisée. Source : Modèle.

**ANNEXE 4.11: Evolution du surplus du consommateur total et par catégorie de langoustine catégorie 30-40 et 10-20 en fonction des scénarios sélectifs considérés et du modèle de prix**



P2 : Modèle de formation des prix par catégorie sans élasticité croisée

P3 : Modèle de formation des prix par catégorie avec élasticité croisée entre catégories.

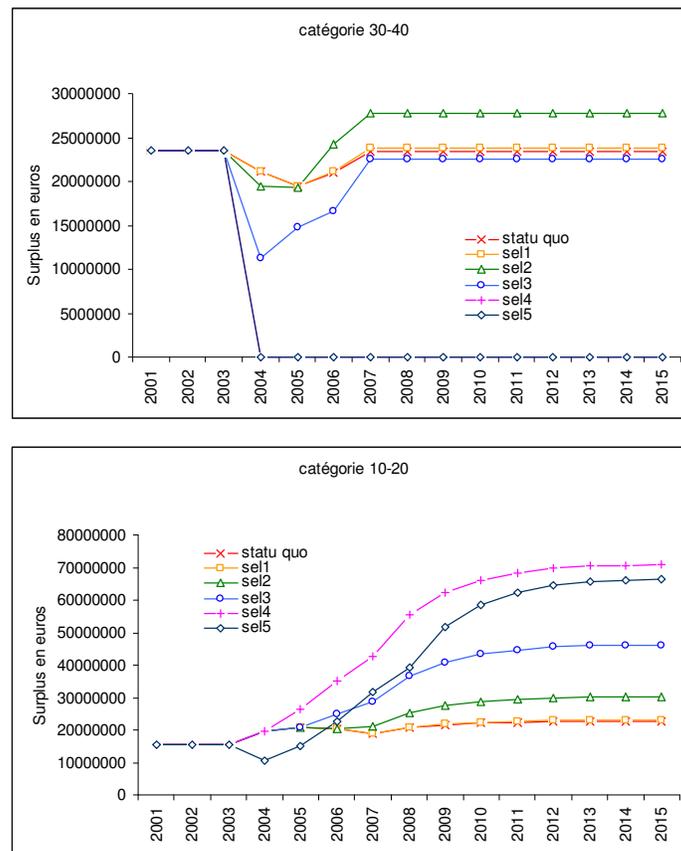
**Figure 46 :** Evolution du surplus des consommateurs en millions d'euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité et sous deux hypothèses de prix : P2 et P3. Source : Modèle.

L'analyse de l'évolution du surplus des consommateurs dans le cas d'un modèle de prix sans élasticité croisée (P2) et avec élasticité croisée (P3) met en évidence, pour les scénarios 3, 4 et 5, une première phase de variation de surplus négative qui correspond à la diminution des débarquements à court

terme. Les effets prix-quantité s'accompagnent d'une diminution du surplus des consommateurs dans le cas de ces scénarios. A plus long terme, l'augmentation des débarquements par catégorie liée à la reconstitution de la biomasse lorsque la sélectivité augmente, se traduit par une variation positive du surplus des consommateurs.

Dans le cas où l'on considère le modèle de prix à élasticité croisée, les variations de surplus dans le cas des scénarios 4 et 5 sont à manier avec précaution. Pour ces scénarios, en effet, la sélectivité par rapport aux petites langoustines est totale, il n'y a plus de débarquement de petites langoustines. Or le modèle de prix à élasticité croisée n'est pas défini en l'absence de débarquements de petites langoustines. Les variations de surplus des consommateurs ont donc été calculées en supposant qu'une unité de petite langoustine était encore débarquée.

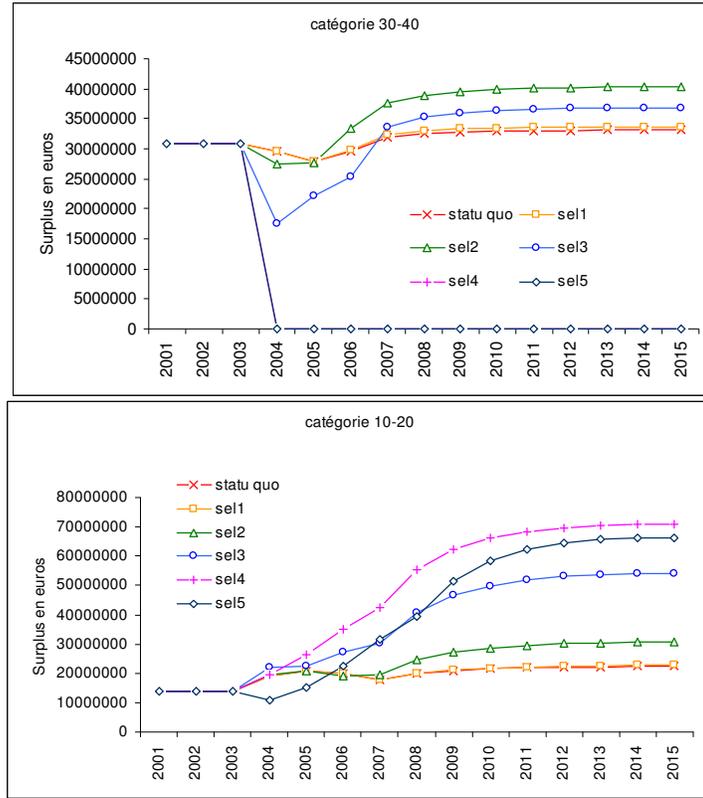
### Surplus des consommateurs par catégorie dans le cas du modèle de prix par catégorie sans élasticité croisée



P2 : Modèle de formation des prix par catégorie sans élasticité croisée

**Figure 47 :** Evolution du surplus des consommateurs par catégorie en millions d'euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité et sous l'hypothèse de prix P2. Source : Modèle.

**Surplus des consommateurs par catégorie dans le cas du modèle de prix par catégorie avec élasticité croisée entre catégories**



**Figure 48 :** Evolution du surplus des consommateurs par catégorie en millions d'euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité et sous l'hypothèse de prix P3. P3 : Modèle de formation des prix par catégorie avec élasticité croisée. Source : Modèle.

**ANNEXE 4.12 : Variation du surplus de l'équipage, de l'armateur, de l'Etat et du surplus des consommateurs en fonction du scénario de sélectivité en valeur actualisée nette**

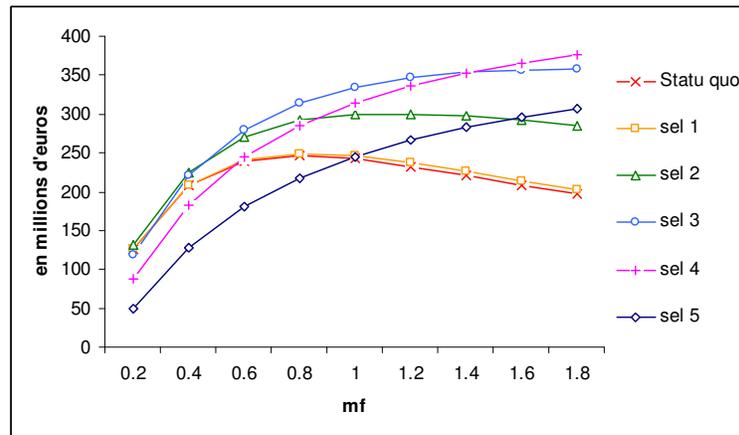
Variation de surplus		sel1	sel2	sel3	sel4	sel5
P1	Equipage	2.0	31.2	56.4	76.4	34.3
	Armateur	2.6	40.2	72.7	98.5	44.2
	Consommateurs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Etat	0.2	3.8	6.9	9.3	4.2
	<b>Total</b>	<b>4.8</b>	<b>75.1</b>	<b>135.9</b>	<b>184.2</b>	<b>82.7</b>
P2	Equipage	1.7	25.1	40.6	31.8	1.4
	Armateur	2.2	32.3	52.3	41.0	1.8
	Consommateurs	4.7	70.5	111.7	81.3	-3.0
	Etat	0.2	3.1	4.9	3.9	0.2
	<b>Total</b>	<b>8.7</b>	<b>131.0</b>	<b>209.5</b>	<b>158.0</b>	<b>0.4</b>
P3	Equipage	1.9	32.6	83.4	4.4	-26.0
	Armateur	2.4	42.0	107.4	5.6	-33.6
	Consommateurs	5.5	89.2	186.6	0.8	-83.4
	Etat	0.2	4.0	10.1	0.5	-3.2
	<b>Total</b>	<b>10.1</b>	<b>167.8</b>	<b>387.6</b>	<b>11.3</b>	<b>-146.2</b>

P1 : prix constants et exogènes ; P2 : Modèle de formation des prix par catégorie sans élasticité croisée ; P3 : Modèle de formation des prix par catégorie avec élasticité croisée entre catégories

**Tableau 20 :** Variation du surplus équipage, armateur, Etat et surplus des consommateurs en fonction du scénario de sélectivité actualisé sur la période 2004-2015 au taux d'actualisation de 4%, en millions d'euros sous trois hypothèses de prix : P1, P2 et P3. Source : Modèle.

**ANNEXE 4.13 : Surplus des producteurs en fonction du scénario sélectif et du multiplicateur d'effort mF.**

Des analyses de sensibilité des résultats aux variations de capturabilité ou modifications de l'effort de pêche et scénarios d'amélioration de la sélectivité permettent de discuter de la complémentarité des mesures d'amélioration de la sélectivité et de limitation de l'effort ou des capacités de pêche. La Figure 49 représente la rente dégagée par chacun des scénarios sélectifs pour différentes hypothèses de multiplicateurs d'effort de pêche mF. Dans ce cas, le multiplicateur d'effort n'est pas associé à une augmentation des coûts. Il peut correspondre à du progrès technique par exemple qui augmente la capturabilité sans modifier l'effort de pêche nominal ou les coûts.



**Figure 49 :** Surplus des producteurs en millions d'euros (actualisation 4% sur la période 2004-2015) en fonction du scénario sélectif et du multiplicateur d'effort mF. Source : Modèle.

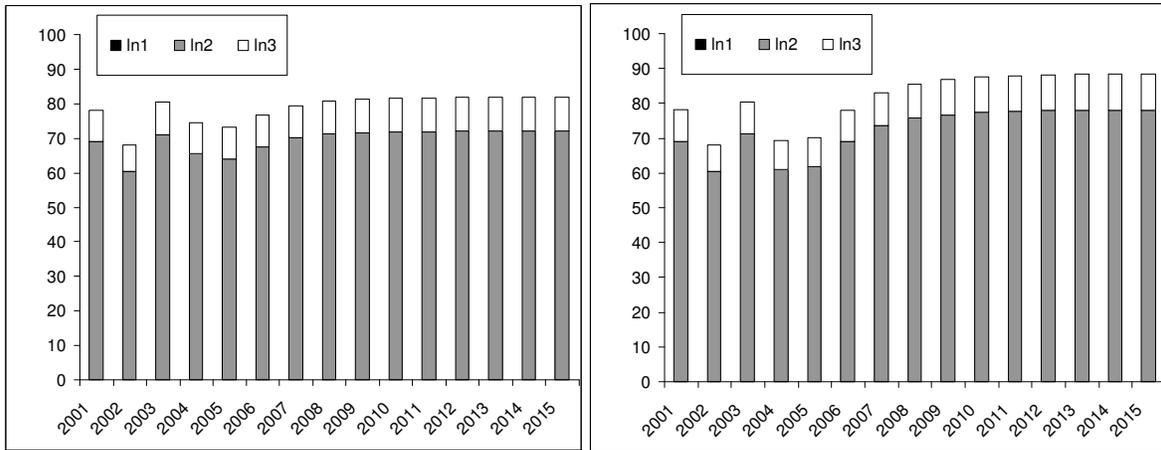
mF	Statu quo	sel 1	sel 2	sel 3	sel 4	sel 5
0.2	126	126	131	119	87	48
0.4	207	209	225	221	183	127
0.6	239	241	271	280	244	180
0.8	246	249	292	314	285	218
1.0	242	246	300	335	315	245
1.2	233	237	300	347	336	266
1.4	221	226	297	354	353	283
1.6	209	214	292	357	366	296
1.8	197	202	286	358	376	307

**Tableau 21 :** Surplus des producteurs en millions d'euros (actualisation 4% sur la période 2004-2015) en fonction du scénario sélectif et du multiplicateur d'effort mF. Source : Modèle.

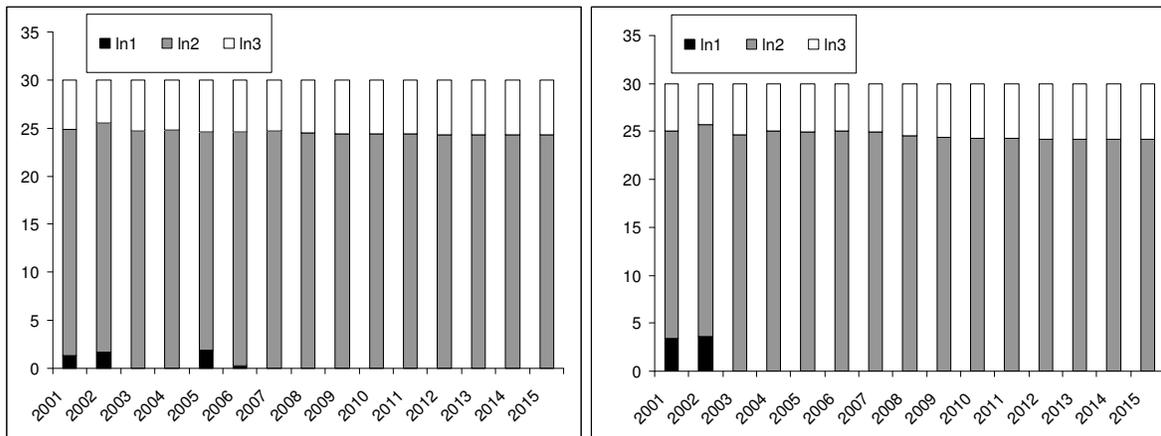
La Figure 49 et le Tableau 21 montrent que dans le cas des scénarios sélectifs 1, 2, une augmentation du mF réduit la rente et que la rente maximum serait obtenu en réduisant le mF. Dans le cas des

scénarios 3, 4 et 5 en revanche, la rente maximum est obtenue en augmentant le mf c'est à dire la capturabilité à effort de pêche nominal et coûts constants.

**ANNEXE 4.14 : Evolution des débarquements par trait par catégorie de langoustine et du temps de tri par homme par catégorie de langoustine pour différents modèles de comportement de rejet**



**Figure 50:** Temps de tri par homme par catégorie dans le cas de la flottaile 2 (3 hommes à bord, Sud-Bretagne) statu quo et scénario 2 dans le cas d'une interdiction de débarquer les langoustines sous-la taille minimale de débarquement et d'une contrainte de temps de tri de 120 minutes. Source : Modèle.



**Figure 51:** Temps de tri par homme par catégorie dans le cas de la flottaile 2 (3 hommes à bord, Sud-Bretagne) statu quo et scénario 2 dans le cas où il existe un marché pour les sous-tailles et une contrainte de temps de tri de 30 minutes. Source : Modèle.

	statu quo cpt marché TMD et temps de tri 30 min	sel2 cpt marché TMD et temps de tri 30 min	statu quo cpt TMD interdit et temps de tri 120 min	sel 2 cpt TMD interdit et temps de tri 120 min
débarquements par trait en kg				
ln1	0	0	0	0
ln2	30	16	39	53
ln3	25	39	24	32
Débarquements de langoustines tot	55	55	63	85
temps de tri				
ln1	0	0	0	0
ln2	24	24	72	78
ln3	6	6	10	10
temps de tri total	30	30	82	88

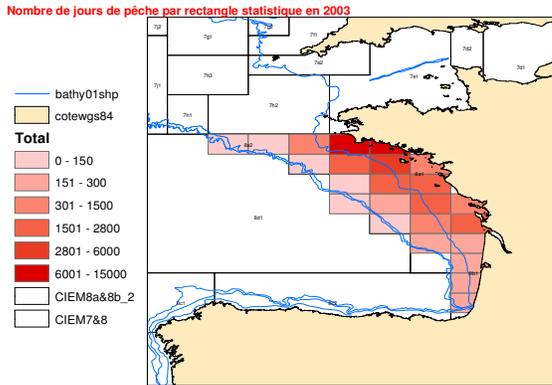
**Tableau 22 :** Débarquements par traits de langoustines par catégorie et temps de tri par homme par catégorie dans le cas de la flottille 2 (3 hommes à bord, Sud-Bretagne) statu quo et scénario 2 dans le cas d'une taxe et d'une contrainte de temps de tri de 30 minutes et dans le cas où les débarquements de langoustines sous la taille minimale de débarquement sont interdits. Source : Modèle.



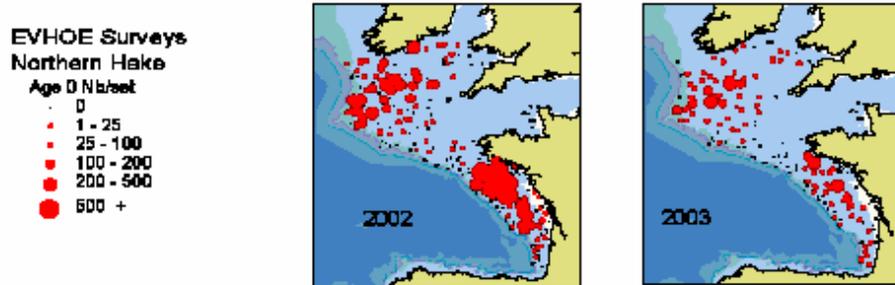
## ANNEXE DU CHAPITRE 5

**ANNEXE 5.1 : Superposition des aires d'activité de la flottille langoustinière et de distribution des merlus d'âge 0**

97% des merlus capturés par les navires de la flottille langoustinière sont rejetés parce qu'ils n'atteignent pas la taille minimale légale. Les aires de répartition des petits merlus et la zone d'activité de la flottille langoustinière se superposent en effet comme le montrent les cartes ci-dessous. Il existe donc de fortes interactions entre la pêche langoustinière et la pêche merlutière.



**Figure 52:** Distribution de l'effort de pêche des chalutiers langoustiniers du golfe de Gascogne par rectangle statistique en nombre de jours de mer.



**Figure 53:** Distribution des merlus d'âge 0 dans le golfe de Gascogne. Source : Résultats des campagnes EVHOE 2002, 2003.

**ANNEXE 5.2 : Pourcentage des captures de merlu aux âges par grande flottille**

âge	Chalutiers langoustiniers FU9	Fileyeurs à merlus FU3-13	Autres flottilles
0	60%	0%	40%
1	54%	0%	45%
2	15%	1%	84%
3	9%	3%	88%
4	4%	9%	87%
5	2%	18%	80%
6	1%	33%	66%
7	1%	38%	61%
8	1%	44%	55%

**Tableau 23** :  $cF_i$  pourcentage des captures de merlu aux âges par flottille, Source : ICES, 2003

**ANNEXE 5.3 : Mortalité par pêche sur le merlu par sous-flottille**

Ftot merlu	Sous-flottille du Nord du golfe de Gascogne					Sous-flottille du Nord du golfe de Gascogne					Fileyeurs à merlus		
	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	F11	F12	Fautre
Nb Hommes	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10			
Age/sous-flottille													
1	0,008	0,008	0,011	0,010	0,002	0,002	0,008	0,003	0,007	0,001	0,000	0,000	0,040
2	0,009	0,010	0,013	0,012	0,002	0,003	0,009	0,004	0,008	0,001	0,000	0,000	0,060
3	0,002	0,002	0,003	0,003	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,000	0,000	0,001	0,096
4	0,003	0,003	0,004	0,004	0,001	0,001	0,003	0,001	0,003	0,000	0,003	0,006	0,240
5	0,002	0,002	0,002	0,002	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,008	0,015	0,227
6	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,020	0,035	0,236
7	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,046	0,083	0,263
8	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,078	0,140	0,345
9	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,089	0,160	0,315
Débarquements merlu (moyenne 2001-2003 en tonnes)	190	196	264	236	48	54	186	83	166	19	2252	4055	
% débarquements totaux merlus (moyenne 2001-2003)	13%	14%	18%	16%	3%	4%	13%	6%	11%	1%	36%	64%	

**Tableau 24** : Mortalité par pêche merlu par sous-flottille, débarquements de merlu moyen 2001-2003 par sous-flottille et pourcentage des débarquements de merlu par sous-flottille. Sources : d'après données ICES, 2007.

**ANNEXE 5.4 : Définition des catégories commerciales de merlu**

Catégorie	Définition
11	>5kg
12	2500g -5000 g
10	>2500g
20	1200-2500g
21	1800-2500g
22	1200-1800g
30	600-1200g
40	280-600g
50	<280g

Source : Réseau Inter-Criées et enquêtes Criées.

**ANNEXE 5.5 : Correspondance catégories merlu et âges**

âge	Poids moyen par âge en gr	catégorie
0	75	50
1	146	50
2	219	50
3	344	40
4	595	40 et 30
5	963	30
6	1402	20
7	1958	20
8+	2650	10

Source : ICES, 2007 et enquêtes Criées

**ANNEXE 5.6 : Caractéristiques techniques et économiques moyennes 2001-2003 des deux sous-flottes françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle**

Sous flottille	Fileyeurs à merlu	
	[20;24[ mètres	[24;40[ mètres
Caractéristiques moyennes de la population (2001-2003)	F11	F12
Effectif de navires	28	20
Longueur en cm	2092	2996
Jauge brute en 100etx	6543	
Puissance en kw	374	539
Effectif final	8	13
CA moyen par navire en Euros	569917	1177871
Equipage 2001-2002	8	13
Durée marée en nb de jours	213	233
Nb heures de pêche/j	24	24
Nb jours de mer	225	204
Nb heures moteur	4302	4156
Valeur de l'assurance en euros	518331	1098985
taux d'intérêt à long terme	4,64%	4,64%

**Tableau 25:** Caractéristiques techniques moyennes des deux sous-flottes françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle (2001-2003). Source : IFREMER/SIH

Classe de longueur navires	Fileyeurs à merlu	
	[20;24[ mètres	[24;40[ mètres
Structure de coût en % du CA	F11	F12
Frais de débarquement	6,4%	3,4%
Frais Carburant et huile	7,5%	6,4%
Frais Appâts	0,0%	0,0%
Frais Vivres	4,1%	4,2%
Frais Glace	0,5%	0,3%
Part équipage (%reste à partager)	39,8%	35,0%
Cotisations salariales	4,6%	4,5%
Cotisations patronales	5,3%	5,3%
Frais engins - gréements	6,6%	12,7%
Entretien réparations	6,6%	5,7%
Prime d'assurance	2,8%	1,6%
Frais de gestion et d'armement	1,3%	1,0%
Licences	0,0%	0,0%
Taxes comités	0,3%	0,3%
Amortissement économique	10,7%	8,0%
Intérêts	4,6%	4,6%

**Tableau 26 :** Structure en coûts des deux sous-flottes françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle. Source : Données d'enquêtes économiques 2001-2002 IFREMER/SIH

Sous flottille	Fileyeurs à merlu	
	classe de longueur navires [20;24[mètres	[24;40[ mètres
Moyennes par navire (2001-2003)		
en euros	F11	F12
Chiffre d'affaires brut	569917	1177871
Frais de débarquement	36370	40008
Frais Carburant et huile	42779	75552
Frais Appâts	0	0
Frais Vivres	23231	49211
Frais Glace	3107	3352
Reste à partager	464430	1009747
Part équipage (% reste à partager)	184611	353411
Part armement	279819	656335
Cotisations salariales	26389	52678
Cotisations patronales	30132	62821
Frais engins - gréements	37604	149730
Entretien réparations	37541	66993
Prime d'assurance	16142	18738
Frais de gestion et d'armement	7145	11779
Licences	31	0
Taxes comités	1969	3600
Amortissement économique	61144	93942
Intérêts	24068	51030
Coût d'opportunité du travail (Salaire net horaire)	7,19	7,19
Coût d'opportunité du travail (Salaire net annuel)	13850,16	13850,16

**Tableau 27 :** Coûts et revenus moyens 2001-2003 des deux sous-flottilles françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle. Source : Données d'enquêtes économiques 2001-2002 IFREMER/SIH

Sous flottille	Fileyeurs à merlu	
	Classe de longueur navires [20;24[mètres	[24;40[ mètres
Indicateurs clés en Keuros		
moyenne par navire (2001-2003)	F11	F12
Chiffre d'affaires brut	570	1178
Consommations intermédiaires	204	415
Valeur ajoutée brute	366	763
Rémunération brute du travail	185	353
Rémunération nette du travail	158	301
Surplus équipage	44	115
Coût total du travail	215	416
Excédent brut d'exploitation	149	343
Excédent net d'exploitation	88	249
taux de profit	0	0
Surplus armateur	64	198
Surplus armateur + patron	69	206
Surplus producteurs	108	312
Salaire net par marin	19	22
Salaire net par marin / mois (en euros)	1598	1866
Salaire net par marin / jours de mer (en euros)	85	110
Salaire net par marin / heure moteur (en euros)	4	5

**Tableau 28:** Indicateurs économiques moyens (2001-2003) des deux sous-flottilles françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle. Source : IFREMER/SIH

### ANNEXE 5.7 : Pratique du métier casier à langoustine dans le golfe de Gascogne

4 navires ont déclaré avoir pratiqué le métier de casier à langoustine dans le golfe de Gascogne au moins un mois entre 2000 et 2005 (source activité). Les navires sont des navires de 10,3 mètres en moyenne et d'une puissance moyenne de 110 kW. Ce sont des navires du Sud-Bretagne, ils sont

immatriculés dans les quartiers de Lorient (pour trois d'entre eux) et Concarneau pour l'un d'entre eux. Trois de ces navires ont un équipage de trois hommes et un des navires n'a qu'un seul homme à bord. Ils appartiennent à la flottille des dormants : dormants polyvalents (fileyeurs caseyeurs, caseyeurs métiers de l'hameçon) ou caseyeurs exclusifs.

Navire	1	2	3	4
Nom_quartier	Lorient	Concarneau	Lorient	Lorient
SRG	SB	SB	SB	SB
Long_cm	822	1323	912	1050
Classe de Longueur	[7-9[ mètres	[12-16[ mètres	[9-12[ mètres	[9-12[ mètres
Puis_kw	48	177	105	110
Effectif_final	1	3	3	3
Eng1	GTR	FPO	GNS	LLS
Eng2	FPO	GNS	FPO	GNS
Eng3				FPO
Flottille_agrégat_V	Dormants	Dormants	Dormants	Dormants
Sous_Flottille_agrégat_V	Dormants polyvalents	Dormants polyvalents	Dormants polyvalents	Caseyeurs exclusifs
Sous Flottille IFREMER	Fileyeurs Caseyeurs exclusifs	Caseyeurs Métiers de l'hameçon exclusifs	Fileyeurs Caseyeurs exclusifs	Caseyeurs exclusifs

**Tableau 29** : Caractéristiques techniques et flottilles d'appartenance des navires qui pratiquent le casier à langoustine dans le golfe de Gascogne au moins un mois entre 2000 et 2005. Source : Bases Activité IFREMER/SIH

Ils pratiquent le casier à langoustines dans le 24<sup>E</sup>6, 24<sup>E</sup>5 et 24<sup>E</sup>4. Le Tableau 30 indique pour les deux navires ayant pratiqué le casier à langoustine en 2005, les autres métiers déclarés dans l'activité et le nombre de mois au cours desquels ces métiers ont été pratiqués.

Navire	1	2
Casier à bouquets		4
Casier à grands crustacés (Araignée, Tourteau, Homard)		11
Casier à langoustines, galathées	6	9
Filet maillant fixe à merlus	12	
Filet maillant fixe à rougets	2	
Inactif		1
Tramail à baudroies d'europe (lottes)	4	
Tramail à grands crustacés (Araignée, Tourteau, Homard)	3	
Tramail à raies		
Tramail à soles	12	

**Tableau 30** : Autres métiers pratiqués par les deux navires ayant pratiqué le casier à langoustine dans le golfe de Gascogne en 2005

L'analyse de la distribution mensuelle de l'activité de casier à langoustine déclarée montre que la pratique du casier à langoustine a lieu toute l'année avec un pic d'activité entre juin et septembre.

Mois	Nombre de mois métier casier à langoustine
01	5
02	4
03	4
04	5
05	8
06	10
07	10
08	10
09	10
10	6
11	8
12	8

**Tableau 31** : Distribution mensuelle de l'activité casier à langoustine dans le golfe de Gascogne, total 2000-2005.

**ANNEXE 5.8: Captures par unité d'effort aux âges du métier casier permettant au métier casier d'être plus attractif que le chalut**

Etant donné une structure des captures par unité d'effort aux âge constante telle que :

Age	% captures aux âges
1	0%
2	0%
3	0%
4	0%
5	7%
6	7%
7	21%
8	21%
9+	43%

La capture par unité d'effort telle que le casier est plus attractif que le chalut est la suivante :

Age	CPUE kg/ casier
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0.004929236
6	0.004929236
7	0.013985538
8	0.013985538
9+	0.028923865

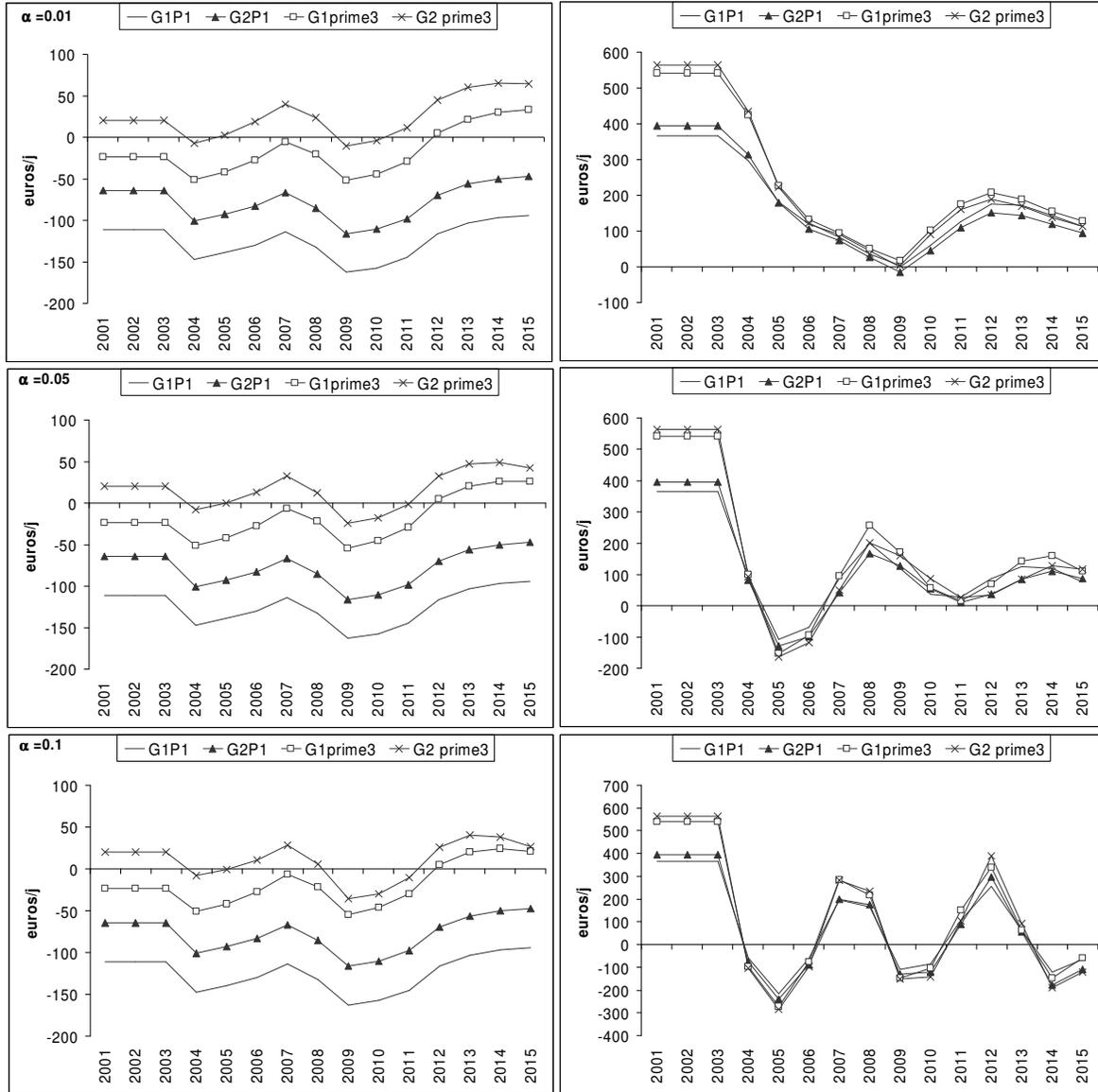
**ANNEXE 5.9: Détail des performances économiques des deux métiers**

Scénario	référence		Prix du gasoil euros/L		Prix moyen langoustine chalut euros/casier	Prix moyen langoustine casier euros/kg	CPUE casier kg/casier	Temps de route chalut h/jour
	chalut	casier	chalut	casier	chalut	casier	casier	chalut
initial			0.275115989		9.290164919	12.630735	0.048928118	2.5
valeurs limites			>1.03		<5.74	>17.11	>0.066	>4.85
indicateurs en euros/navire	chalut	casier	chalut	casier	chalut	casier	casier	chalut
débarquements en kg/an	9814	7783	9814	7783	9814	7783	10544	7549
prix moyen euros/kg	9.29	12.63	9.29	12.63	5.74	17.11	12.63	7.15
Chiffre d'affaires langoustines	91170	98309	91170	98309	56298	133182	133182	70130
Chiffre d'affaires brut	151111	98309	151111	98309	116238	133182	133182	116238
Frais de débarquement	5722	3722	5722	3722	4401	5043	5043	4401
Frais Carburant et huile	18550	6365	69630	23893	18550	6365	6365	18550
Frais Appâts	0	1245	0	1245	0	1245	1245	0
Frais Vivres	703	703	703	703	703	703	703	703
Frais Glace	123	0	123	0	123	0	0	123
Frais engins - grègements	7434	1246	7434	1246	7434	1246	1246	7434
Reste à partager	118579	85027	67499	67499	85027	118579	118579	85027
reste à partager/effort	47	34	27	27	34	47	47	34
Consommations intermédiaires	53042	31937	104121	49465	51721	33258	33258	51721
Valeur ajoutée brute	98069	66372	46989	48844	64517	99924	99924	64517
Rémunération brute du travail	55016	40072	32266	32266	40072	55016	55016	40072
Rémunération nette du travail	48008	33065	25258	25258	33065	48008	48008	33065
Surplus équipement	34158	19215	11408	11408	19215	34158	34158	19215
Coût total du travail	60930	45986	38180	38180	45986	60930	60930	45986
Excédent brut d'exploitation	36590	19836	8260	10115	17981	38445	38445	17981
Excédent net d'exploitation	29701	12947	1371	3226	11092	31556	31556	11092
Résultat courant économique	20818	4065	-7511	-5656	2210	22673	22673	2210
Surplus producteurs	54977	23280	3897	5752	21425	56832	56832	21425
Salaire net par marin	24004	16532	12629	12629	16532	24004	24004	16532
Salaire net par marin / mois	2000	1378	1052	1052	1378	2000	2000	1378
taux de profit	16%	7%	1%	2%	6%	16%	16%	6%

**ANNEXE 5.10 : Captures de langoustines aux âges par navire moyen par sous-flottille langoustinière pour un jour de pêche du métier casier à langoustines**

Classe de nombre d'hommes à bord	Flottille langoustinière sud Bretagne					Flottille langoustinière autres régions				
	[1;2]	]2;3]	]3;4]	]4;5]	]5; [	[1;2]	]2;3]	]3;4]	]4;5]	]5; [
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
Sous-flottille										
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	2.89	4.25	5.71	7.04	8.38	2.83	4.32	5.48	7.08	9.21
6	2.89	4.25	5.71	7.04	8.38	2.83	4.32	5.48	7.08	9.21
7	8.20	12.07	16.19	19.98	23.77	8.03	12.26	15.56	20.10	26.14
8	8.20	12.07	16.19	19.98	23.77	8.03	12.26	15.56	20.10	26.14
9+	16.96	24.96	33.49	41.32	49.15	16.61	25.35	32.18	41.57	54.07
total	39.14	57.61	77.28	95.37	113.44	38.33	58.51	74.26	95.93	124.78

**ANNEXE 5.11: Résultats scénario allocation dynamique de l'effort de pêche entre les métiers chalut et casier à langoustine dans le golfe de Gascogne**



G1 : prix du gazole 2001-2003 : 0.2751

G2 : prix 2007 : 0.4897

P1 : même modèle de prix des langoustines pour les deux métiers

Prime3 : prime de 3 euros/kg pour les langoustines pêchées au casier

**Figure 54 :** Evolution de la différence de reste à partager par jour de mer du métier casier par rapport au reste à partager par jour de mer du métier chalut pour la sous-flottille du Nord Gascogne ayant deux hommes à bord pour différentes valeurs de  $\alpha$ , pour différentes hypothèses sur les CPUE du casier : CPUE du casier dans le golfe de Gascogne égales à la moitié des CPUE obtenue à Loch Torridon (gauche) ou égales aux CPUE à Loch Torridon (droite) et pour différentes hypothèses de prix des langoustines et de prix du gazole.



## Table des annexes

## ANNEXES

<b>SOMMAIRE DES ANNEXES .....</b>	<b>3</b>
<b>ANNEXES DU CHAPITRE 1 .....</b>	<b>5</b>
<i>ANNEXE 1.1: Evolution des fréquentations mensuelles des dix principales zones (moyenne 2001-2003).....</i>	<i>6</i>
<i>ANNEXE 1.2 : Données d'effort de pêche en nombre de jours de mer par mois par navire et allocation par engin, métier, zone .....</i>	<i>6</i>
<i>ANNEXE 1.3 : Méthodologie d'allocation des débarquements par engin, zone.....</i>	<i>8</i>
<i>ANNEXE 1.4 : Profils de débarquement par zone et trimestre et par zone et engin de pêche.....</i>	<i>10</i>
<i>ANNEXE 1.5 : Profils de débarquement par zone des engins chalut de fond simple, drague et chalut pélagique en 2003.....</i>	<i>11</i>
<i>ANNEXE 1.6 : 30 espèces ou groupes d'espèces considérés pour les analyses multi-variées.....</i>	<i>13</i>
<i>ANNEXE 1.7 : Résultats des ACP et classification sur les profils de débarquement annuels en volume sur 2001-2003 des navires de la flottille langoustinière.....</i>	<i>13</i>
<i>ANNEXE 1.8 : ACP sur les profils de débarquement mensuels du métier de chalutage de fond à langoustine.....</i>	<i>18</i>
<i>ANNEXE 1.9 : Différentes parties d'un chalut, différents types de bourrelets et comparaison de balayage horizontal, sur le fond, entre le chalut simple et les chaluts-jumeaux pour un navire donné .....</i>	<i>18</i>
<i>ANNEXE 1.10 : Evolution des facteurs de production naturel .....</i>	<i>19</i>
<i>ANNEXE 1.11 : Carte délimitant la zone correspondant au box merlu en rouge et les zones de pêche de la pêcherie langoustinière du golfe de Gascogne.....</i>	<i>24</i>
<i>ANNEXE 1.12 : Evolution des Totaux Admissibles de Captures des principales espèces sous TAC capturées par la flottille langoustinière .....</i>	<i>25</i>
<i>ANNEXE 1.13 : Evolution interannuelle de 1990 à 2003 des profils de débarquement des navires du panel de la flottille langoustinière.....</i>	<i>25</i>
<i>ANNEXE 1.14: Tests de comparaison de moyennes des débarquements en quantité et pourcentage par navire-an des principales espèces débarquées par les navires de la flottille langoustinière entre la période 1996-1999 et 2000-2003 .....</i>	<i>26</i>
<i>ANNEXE 1.15 : ACP sur les profils de capture par trait des traits échantillonnés à bord des navires de pêche professionnelle pratiquant le chalutage de fond à langoustine .....</i>	<i>27</i>
<i>ANNEXE 1.16 : Fréquentation des rectangles statistiques par les deux sous-flottilles langoustinières : la sous-flottille de Sud-Bretagne et la sous-flottille autres régions.....</i>	<i>27</i>

<i>ANNEXE 1.17 : Box plots des longueurs des navires en cm et puissance en kw par classe d'effectif à bord</i> .....	28
<b>ANNEXES DU CHAPITRE 2</b> .....	<b>29</b>
<i>ANNEXE 2.1 : Questionnaires</i> .....	30
1. <i>QUESTIONNAIRE 2004</i> .....	30
2. <i>ENTRETIEN SUR LE TRAVAIL DE TRI DES CAPTURES. QUESTIONNAIRE COMPLEMENTAIRE 2007</i> .....	34
<i>ANNEXE 2.2 : Routes de rejet possibles</i> .....	37
<i>ANNEXE 2.3 : Guide d'entretien avec les observateurs en mer</i> .....	38
<i>ANNEXE 2.4 : Résultats des entretiens avec les observateurs en mer par métier</i> .....	40
<i>ANNEXE 2.5: Caractéristiques de la courbe de sélection manuelle ou courbe de tri</i> .....	42
<i>ANNEXE 2.6: Exemples de courbes de tri de marées de différentes années et de différents quartiers</i> .....	43
<i>ANNEXE 2.7 : Définition du <math>l_{0,05}</math> et <math>l_{0,95}</math></i> .....	44
<i>ANNEXE 2.8 : Variabilité du L50 (taille à laquelle 50% des captures sont rejetées) de la langoustine en fonction du quartier, du trimestre et de l'année (2002, 2002, 2003, 2004)</i> .....	44
<i>ANNEXE 2.9: Effet d'une modification de composition en longueur des captures de langoustine à volume capturé constant</i> .....	44
<i>ANNEXE 2.10 : Pourcentage de rejet en fonction du volume total capturé par trait moyen</i> .....	46
<i>ANNEXE 2.11: Effet d'une modification du volume de langoustine capturé à composition en longueur des captures constante</i> .....	46
<i>ANNEXE 2.12 : Forme de la fonction de tri</i> .....	47
<i>ANNEXE 2.13 : Problème de tri optimal de deux catégories commerciales à très courte période dans le cas d'une contrainte de temps de tri</i> .....	49
<i>Problème de tri et étude de la fonction objectif</i> .....	49
<i>Etude des courbes d'isoprofit <math>T_2 = f_{\Pi}(T_1)</math></i> .....	50
<i>Recherche de l'optimum</i> .....	51
<i>Synthèse du tri optimal sous l'hypothèse <math>\rho &gt; 1</math>, avec <math>\rho = \frac{a_1 p_1 Y_1}{a_2 p_2 Y_2}</math></i> .....	55
<i>ANNEXE 2.14 : Annexe technique au modèle de tri optimal de deux catégories à très courte période (étude de la fonction d'isoprofit avec captures exogènes)</i> .....	58
<i>ANNEXE 2.15 : Etude de la fonction intégrécapture tri</i> .....	62

<i>ANNEXE 2.16 : Résolution du problème de choix de la technique capture-tri optimale en l'absence de rationnement.....</i>	<i>65</i>
<i>ANNEXE 2.17 : Détermination de la combinaison capture-tri optimale sous contrainte d'effort<sup>69</sup></i>	<i>69</i>
<i>ANNEXE 2.18: Etude des différentes fonctions de <math>(T, \alpha)</math> :.....</i>	<i>74</i>
<i>ANNEXE 2.19 : Détermination des niveaux des variables correspondant à la maximisation du profit sous hypothèse : <math>P &gt; \tilde{P}</math> .....</i>	<i>78</i>
<i>ANNEXE 2.20: Incidence d'une hausse de la Taille Minimale de débarquement (hausse de <math>\alpha</math>) sur les variables optimales dans le cas du scénario B supposant un coût d'opportunité du tri positif.....</i>	<i>79</i>
<b>ANNEXES DU CHAPITRE 3.....</b>	<b>83</b>
<i>ANNEXE 3.1: Caractéristiques de la fonction de différence de rente entre la technique sélective et la technique non sélective.....</i>	<i>84</i>
<i>ANNEXE 3.2 : Incidence du prix relatif sur la technique optimale.....</i>	<i>87</i>
<i>ANNEXE 3.3: Caractéristiques des scénarios.....</i>	<i>88</i>
<i>ANNEXE 3.4: Démonstration de <math>V_{Bi} &gt; V_{Ai} \Rightarrow V_{Di} &gt; V_{Ci}</math> .....</i>	<i>89</i>
<b>ANNEXES DU CHAPITRE 4.....</b>	<b>91</b>
<i>ANNEXE 4.1 : Notions clef sur la sélectivité .....</i>	<i>92</i>
<i>ANNEXE 4.2 : Caractéristiques du marché de la langoustine.....</i>	<i>93</i>
<i>ANNEXE 4.3 : Recodage des catégories commerciales de langoustine et merlu d'après les enquêtes en criées et les données de débarquements .....</i>	<i>101</i>
<i>ANNEXE 4.4 :Correspondance catégorie langoustine et âge.....</i>	<i>105</i>
<i>ANNEXE 4.5 : Modèle de prix par catégorie pour la langoustine vivante .....</i>	<i>105</i>
<i>ANNEXE 4.6 : Profil des consommateurs et répartition des achats selon les circuits de distribution.....</i>	<i>109</i>
<i>ANNEXE 4.7 : Paramètres techniques et économiques par sous-flottille.....</i>	<i>113</i>
<i>ANNEXE 4.8 : Indicateurs à l'équilibre (2015) pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité et sous les trois hypothèses de modèle de prix considérées.....</i>	<i>115</i>
<i>ANNEXE 4.9 : Evolution du chiffre d'affaires langoustine en fonction des scénarios sélectifs testés .....</i>	<i>115</i>
<i>ANNEXE 4.10 : Evolution de l'Excédent Net d'Exploitation en fonction des scénarios sélectifs testés .....</i>	<i>116</i>
<i>ANNEXE 4.11: Evolution du surplus du consommateur total et par catégorie de langoustine catégorie 30-40 et 10-20 en fonction des scénarios sélectifs considérés et du modèle de prix..</i>	<i>116</i>

<i>ANNEXE 4.12 : Variation du surplus de l'équipage, de l'armateur, de l'Etat et du surplus des consommateurs en fonction du scénario de sélectivité en valeur actualisée nette .....</i>	<i>118</i>
<i>ANNEXE 4.13 : Surplus des producteurs en fonction du scénario sélectif et du multiplicateur d'effort mF.....</i>	<i>119</i>
<i>ANNEXE 4.14 : Evolution des débarquements par trait par catégorie de langoustine et du temps de tri par homme par catégorie de langoustine pour différents modèles de comportement de rejet .....</i>	<i>120</i>
<b>ANNEXE DU CHAPITRE 5 .....</b>	<b>123</b>
<i>ANNEXE 5.1 : Superposition des aires d'activité de la flottille langoustinière et de distribution des merlus d'âge 0.....</i>	<i>124</i>
<i>ANNEXE 5.2 : Pourcentage des captures de merlu aux âges par grande flottille.....</i>	<i>125</i>
<i>ANNEXE 5.3 : Mortalité par pêche sur le merlu par sous-flottille .....</i>	<i>125</i>
<i>ANNEXE 5.4 : Définition des catégories commerciales de merlu.....</i>	<i>125</i>
<i>ANNEXE 5.5 : Correspondance catégories merlu et âges .....</i>	<i>126</i>
<i>ANNEXE 5.6 : Caractéristiques techniques et économiques moyennes 2001-2003 des deux sous-flottilles françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle .....</i>	<i>126</i>
<i>ANNEXE 5.7 : Pratique du métier casier à langoustine dans le golfe de Gascogne .....</i>	<i>127</i>
<i>ANNEXE 5.8: Captures par unité d'effort aux âges du métier casier permettant au métier casier d'être plus attractif que le chalut.....</i>	<i>129</i>
<i>ANNEXE 5.9: Détail des performances économiques des deux métiers .....</i>	<i>130</i>
<i>ANNEXE 5.10 : Captures de langoustines aux âges par navire moyen par sous-flottille langoustinière pour un jour de pêche du métier casier à langoustines.....</i>	<i>130</i>
<i>ANNEXE 5.11: Résultats scénario allocation dynamique de l'effort de pêche entre les métiers chalut et casier à langoustine dans le golfe de Gascogne .....</i>	<i>131</i>
<b>TABLE DES ANNEXES.....</b>	<b>133</b>
<b>LISTE DES FIGURES DES ANNEXES.....</b>	<b>137</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX DES ANNEXES .....</b>	<b>140</b>

## Liste des figures des annexes

Figure 1 : Cartes des profils de débarquements en volume par zone et trimestre en 2003. ....	10
Figure 2 : Projection des variables actives dans le plan factoriel 1*2.....	14
Figure 3: Projection des variables illustratives nombre de mois-métier dans le plan factoriel 1*2. ....	15
Figure 4 : L’histogramme des indices de niveau de la Classification ascendante hiérarchique. Partition en 5 classes et pourcentage d’individus (profils par navire-année) par classe. ....	17
Figure 5 : Classification ascendante hiérarchique en 5 classes et pourcentage d’individus (profils par navire-mois-année) par classe.....	18
Figure 6 : Biomasse et Recrutement du stock de langoustine (Divisions CIEM VIIIab).....	20
Figure 7 : Evolution de la composition en âge du stock de langoustine en nombre et tonnes. ....	20
Figure 8 : Biomasse féconde et recrutement du stock de merlu du Nord.....	21
Figure 9 : Evolution de la composition en âge du stock de merlu en nombre et tonnes. ....	21
Figure 10 : Biomasse et recrutement du stock de Sole VIIIabd. ....	22
Figure 11 : Biomasse et recrutement des stocks de Baudroies VIIIab ; VIIb-k. ....	22
Figure 12 : Biomasse et recrutement du stock de cardine VIIIabd ; VIIbc,e-k. ....	23
Figure 13 : Evolution des profils de débarquement en volume des navires du panel 1990-2003-10 premières espèces en volume retenues, agrégation des autres espèces. ....	25
Figure 14 : Classification ascendante hiérarchique en 4 classes pourcentage d’individus (profils par trait) par classe.....	27
Figure 15 : Courbe de tri avec ES=0.....	43
Figure 16 : Courbe de tri avec ES différent de 0.....	43
Figure 17: Pourcentage de rejet totaux par trait (toutes espèces confondues) en fonction des captures totales en kg/trait et pourcentage de rejet de langoustine et merlu en fonction des captures de langoustine et merlu en kg/trait. ....	46
Figure 18 : (a) Allure de la fonction de tri sous hypothèse de productivité marginale du tri par trait constante et indépendante de l’espèce, de la taille ou du volume capturé (b) Allure de la fonction de tri sous hypothèse de productivité marginale du tri constante au cours du temps et dépendante de l’espèce ou de la taille.....	48
Figure 19 : Domaine E des solutions possibles du problème de tri tri optimal de deux catégories commerciales à très courte période dans le cas d’une contrainte de temps de tri.....	49
Figure 20 : Détermination de la combinaison capture-tri optimale en l’absence de rationnement. ....	65
Figure 21 : Existence d’une racine pour la condition d’optimalité .....	66
Figure 22 : Taux marginal de substitution entre E et T en fonction de la technique .....	66
Figure 23 : Différence de rente entre la technique sélective et la technique non sélective en fonction du coût de l’effort de pêche. ....	86

Figure 25 : Courbe de sélectivité avec ES différent de 0 .....	92
Figure 26 : Modification de la courbe de sélectivité dans le cas d'une augmentation du maillage .....	93
Figure 27: Evolution de la production nationale de langoustines de 1999 à 2006 en fonction du type de produit, vivante, glacée, congelée.....	93
Figure 28 : Evolution des prix annuels moyens au débarquement et quantités débarquées de langoustine vivante 1999-2006.....	94
Figure 29 : Evolution des débarquements et prix moyens au débarquement par mois de langoustine fraîche (1999-2006). .....	95
Figure 30 : Régression prix-quantité mensuelle de langoustines fraîche. ....	95
Figure 31 : Prix moyen au débarquement par catégorie commerciale et état des langoustines vivante/glacée en 2003. ....	96
Figure 32: Régionalisation des volumes de langoustine consommés moyenne 2001-2003.....	97
Figure 33 : Consommation apparente de langoustines fraîche et congelée en tonnes. ....	98
Figure 34 : Evolution des importations et exportation de langoustine fraîche en tonnes et évolution des prix à l'importation (2003). ....	99
Figure 35 :Provenance des importations langoustine fraîche en valeur (2003).....	99
Figure 36 : Analyse des évolutions des prix à l'importation de langoustine fraîche et prix de la production nationale de langoustine vivante et glacée. ....	100
Figure 37 :Destination des exportations langoustine fraîche en valeur (2003). ....	101
Figure 38: Profil de consommation de langoustine fraîche.....	110
Figure 39 : Répartition des achats de langoustines fraîche entre GMS et autres circuits de distribution. Parts de marché en volume. ....	111
Figure 40 : Répartition des achats de langoustines par grands types de circuits de distribution. Parts de marché en volume. ....	111
Figure 41 : Evolution du prix moyen de la langoustine fraîche selon les grands types de circuits de distribution (circuits spécifiques et GMS). ....	112
Figure 42: Taux de marge par rapport au prix de vente en criée selon le circuit de distribution. ....	112
Figure 43 : Evolution du chiffre d'affaires issu des débarquements de langoustine en euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité dans le cas où l'on suppose un modèle de prix sans élasticité croisée.....	115
Figure 44 : Evolution de l'excédent net d'exploitation en millions d'euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité dans le cas où l'on suppose un modèle de prix sans élasticité croisée. ....	116
Figure 45 : Evolution du surplus des consommateurs en millions d'euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d'amélioration de la sélectivité et sous deux hypothèses de prix : P2 et P3.....	116

Figure 46 : Evolution du surplus des consommateurs par catégorie en millions d’euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d’amélioration de la sélectivité et sous l’hypothèse de prix P2. ....	117
Figure 47 : Evolution du surplus des consommateurs par catégorie en millions d’euros au cours de la période de simulation pour les différents scénarios d’amélioration de la sélectivité et sous l’hypothèse de prix P3. ....	118
Figure 48 : Surplus des producteurs en millions d’euros (actualisation 4% sur la période 2004-2015) en fonction du scénario sélectif et du multiplicateur d’effort mF.....	119
Figure 49: Temps de tri par homme par catégorie dans le cas de la flottille 2 (3 hommes à bord, Sud-Bretagne) statu quo et scénario 2 dans le cas d’une interdiction de débarquer les langoustines sous-la taille minimale de débarquement et d’une contrainte de temps de tri de 120 minutes...	120
Figure 50: Temps de tri par homme par catégorie dans le cas de la flottille 2 (3 hommes à bord, Sud-Bretagne) statu quo et scénario 2 dans le cas où il existe un marché pour les sous-tailles et une contrainte de temps de tri de 30 minutes. ....	120
Figure 51: Distribution de l’effort de pêche des chalutiers langoustiniers du golfe de Gascogne par rectangle statistique en nombre de jours de mer.....	124
Figure 52: Distribution des merlus d’âge 0 dans le golfe de Gascogne. ....	124
Figure 53 :Evolution de la différence de reste à partager par jour de mer du métier casier par rapport au reste à partager par jour de mer du métier chalut pour la sous-flottille du Nord Gascogne ayant deux hommes à bord pour différentes valeurs de $\alpha$ , pour différentes hypothèses sur les CPUE du casier et pour différentes hypothèses de prix des langoustines et de prix du gazole. ....	131

## Liste des tableaux des annexes

Tableau 1: Informations sur l'activité d'un navire telles qu'elles sont renseignées dans la base activité (exemple fictif).....	7
Tableau 2: Allocation du nombre de jour de mer en fonction du nombre de métier pratiqué et des zones fréquentées.....	7
Tableau 3 : Espèces capturées par un seul engin au seuil 95%.....	8
Tableau 4 : Part de chaque espèce pêchée par les différents engins.....	9
Tableau 5 : Pourcentage de chaque espèce pêché par chacun des engins pour chacune des combinaison d'engins de pêche. ....	9
Tableau 6 : Débarquements totaux de la flottille en kg par espèce et trimestre, seules les espèces représentant plus de 10% des débarquements totaux du trimestre sont représentées en 2003. ....	11
Tableau 7 : 30 principales espèces ou groupes d'espèces considérés pour les analyses multi-variées , Variables actives des ACP.....	13
Tableau 8: Test d'égalité de moyenne quantité par espèce, groupes de navires 96-99/00-03.....	26
Tableau 9: Test d'égalité de moyenne pourcentage par espèce, groupes de navires 96-99/00-03. ....	26
Tableau 10 : Taux d'importation =importation/consommation apparente en volume par type de langoustine.....	98
Tableau 11 : Prix moyen à l'importation des langoustines fraîches (2003). ....	100
Tableau 12 : Prix moyen à l'exportation des langoustines fraîches (2003).....	101
Tableau 13 : Débarquements de langoustines en kg 2003 par catégorie commerciales des principales criées de débarquement de la langoustine vivante.....	102
Tableau 14: Estimation des paramètres du modèle de prix de la langoustine avec élasticité croisée entre catégories.....	106
Tableau 15 : Estimation des paramètres du modèle de prix de la langoustine sans élasticité croisée entre catégories.....	108
Tableau 16: Tests de validité des hypothèses de normalité des résidus, homoscélasticité et indépendance des modèles de formation des prix estimés.....	109
Tableau 17: Caractéristiques moyennes de la population (2001-2003). ....	113
Tableau 18 : Coûts et revenus moyens 2001-2003 par sous-flottille. ....	114
Tableau 19 : Principaux indicateurs économiques par sous-flottille, moyenne 2001-2003. ....	114
Tableau 20 : Variation du surplus équipage, armateur, Etat et surplus des consommateurs en fonction du scénario de sélectivité actualisé sur la période 2004-2015 au taux d'actualisation de 4%, en millions d'euros sous trois hypothèses de prix : P1, P2 et P3. ....	119
Tableau 21 : Surplus des producteurs en millions d'euros (actualisation 4% sur la période 2004-2015) en fonction du scénario sélectif et du multiplicateur d'effort mF.....	119

Tableau 22 : Débarquements par traits de langoustines par catégorie et temps de tri par homme par catégorie dans le cas de la flottille 2 (3 hommes à bord, Sud-Bretagne) statu quo et scénario 2 dans le cas d'une taxe et d'une contrainte de temps de tri de 30 minutes et dans le cas où les débarquements de langoustines sous la taille minimale de débarquement sont interdits. ....	121
Tableau 23 : $cF_i$ pourcentage des captures de merlu aux âges par flottille.....	125
Tableau 24 : Mortalité par pêche merlu par sous-flottille, débarquements de merlu moyen 2001-2003 par sous-flottille et pourcentage des débarquements de merlu par sous-flottille. ....	125
Tableau 25: Caractéristiques techniques moyennes des deux sous-flottilles françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle (2001-2003). ....	126
Tableau 26 : Structure en coûts des deux sous-flottilles françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle. ....	126
Tableau 27 : Coûts et revenus moyens 2001-2003 des deux sous-flottilles françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle. ....	127
Tableau 28: Indicateurs économiques moyens (2001-2003) des deux sous-flottilles françaises de fileyeurs à merlu prises en compte dans le modèle. ....	127
Tableau 29 : Caractéristiques techniques et flottilles d'appartenance des navires qui pratiquent le casier à langoustine dans le golfe de Gascogne au moins un mois entre 2000 et 2005.....	128
Tableau 30 : Autres métiers pratiqués par les deux navires ayant pratiqué le casier à langoustine dans le golfe de Gascogne en 2005.....	128
Tableau 31 : Distribution mensuelle de l'activité casier à langoustine dans le golfe de Gascogne, total 2000-2005.....	129