



Laboratoire de Technologie et Biologie Halieutique
Département Ressources Biologiques et Environnement
Ifremer Lorient

Survie des rejets de langoustine après chalutage

Réponse de l'Ifremer à une demande de la DPMA (2015-8148) préparée par :

Sonia Méhault, Fabien Morandeau, Dorothée Kopp

Mars 2015

1. Introduction

La langoustine (*Nephrops norvegicus*) est un crustacé qui a la capacité à résister, sous certaines conditions, à l'exondation (Chapman *et al.*, 2000). La survie des rejets de langoustine après chalutage a été étudiée en 1975 par Guéguen et Charuau, puis par Charuau *et al.* en 1982. Ces auteurs ont estimé que, dans les conditions de leur expérimentation, en moyenne 30% des individus destinés à être rejetés pouvaient survivre. D'autres expérimentations du même type ont été réalisées depuis au Portugal (Castro *et al.*, 2003), en Ecosse (Ulmestrand *et al.*, 1998) ou en Suède (Harris et Ulmestrand, 2004).

Les techniques de pêche de la langoustine dans le golfe de Gascogne ont évolué depuis les années 70, passant entre autre du chalut simple au chalut jumeaux, et d'un maillage du cul de 55mm à 70 ou 80mm aujourd'hui. La taille minimum légale de débarquement a également évolué, passant de 8cm à 9cm. De même, les méthodes expérimentales utilisées par nos voisins européens pour l'évaluation de la survie des rejets de langoustines ont progressé pour réduire les biais d'estimation. Tenant compte de tous ces éléments, il devenait alors pertinent d'actualiser les taux de survie de rejets de langoustine dans le golfe de Gascogne. Par la même occasion, les variables affectant la survie des langoustines ont été étudiées en vue d'une réflexion sur les pistes d'améliorations des pratiques à bord. Ce travail a été réalisé conjointement avec l'Ifremer et l'Agria en 2009-2010, puis complété en 2014-2015.

2. Méthode

2.1. Secteur et stratégie d'échantillonnage

L'étude de la survie des langoustines rejetées après chalutage a été réalisée à bord de 7 chalutiers langoustiniers du golfe de Gascogne. La zone d'étude s'étendait du 46°30N au 47°50N et du 4°50E au 3°00E (figure 1) et les profondeurs rencontrées allaient de 65 à 113m sur la "Grande Vasière". Les échantillonnages ont eu lieu pendant la saison de pêche, en juillet et octobre 2009, puis en avril, mai, juillet et septembre 2010.

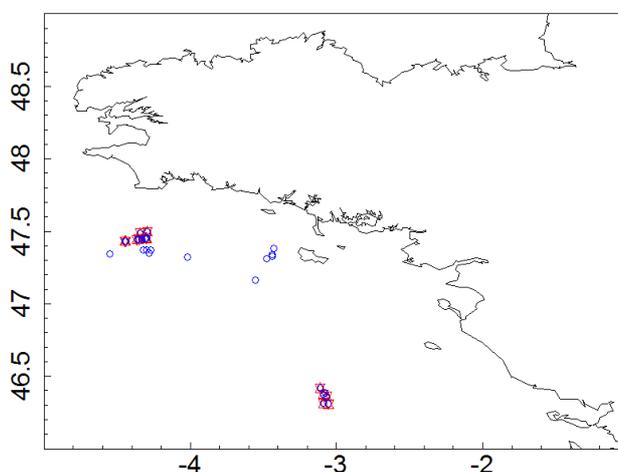


Figure 1 : localisation des traits de chalut réalisés dans le cadre de l'étude de la survie des rejets de langoustines

Tous les navires participants étaient gréés en chalut jumeaux et les traines étaient réalisées selon les conditions commerciales classiques (maillage du cul de chalut de 80mm, panneau à mailles carrées merlu réglementaire, durée de traine variable selon le déroulement de la marée, vitesse de traine comprise entre 3 et 4 nœuds). Pour chacun des traits échantillonnés, le tri de la capture a été réalisé par les équipages sans changer leurs pratiques habituelles.

7 marées observées ont permis d'échantillonner 26 traits de chalut. 39 échantillons, d'en moyenne 155 individus, ont été collectés pour l'étude de la vitalité des langoustines rejetées (soient 6051 individus observés pour la phase 1). 15 traits ont été échantillonnés au cours de trois marées dédiées à l'étude de la survie des langoustines rejetées en captivité. 1557 individus ont ainsi été observés (phase 2). Pour 13 de ces 15 traits, un échantillon de vitalité a été collecté en fin de tri.

2.2. Taux de survie

L'étude de la survie des rejets s'est déroulée en deux phases (figure 2):

- 1) il s'agissait dans un premier temps d'observer la **vitalité** des langoustines afin d'évaluer le taux d'individus rejetés vivants à la mer. 7 marées ont été échantillonnées pour répondre à ce premier objectif (phase 1).
- 2) dans un deuxième temps, il s'agissait d'évaluer, parmi les langoustines rejetées vivantes, la proportion d'entre elles apte à survivre après ré-immersion en **captivité en mer**. 3 marées ont été échantillonnées pour répondre à cette deuxième question (phase 2).

La combinaison des deux séries d'observations, en relation avec les conditions environnementales des expérimentations, ont permis d'estimer un taux de survie des langoustines rejetées après chalutage. Ces deux approches complémentaires sont reconnues par le groupe du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM) chargé de travailler sur les méthodes d'estimation des taux de survie (WKMEDS, 2014) et le groupe d'experts du Conseil Scientifique, Technique et Economique des Pêches (CSTEP-13-23).

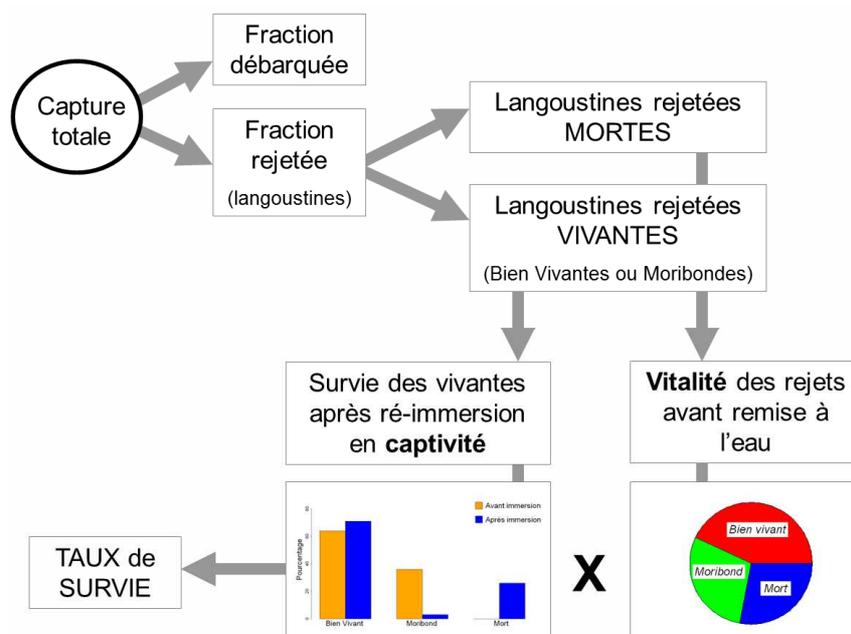


Figure 2 : procédure d'estimation du taux de survie des langoustines rejetées après chalutage

2.2.1. Vitalité des langoustines rejetées (phase 1)

Pour chaque trait observé, un échantillon de langoustine a été prélevé aléatoirement par un observateur dans le tas de rejets. La durée de traîne, le temps d'exondation, la température de l'air et le volume de capture ont été collectés en vue d'expliquer la variabilité de la vitalité des langoustines de la fraction rejetée. L'état de vitalité a été enregistré selon trois catégories (inspiré de Castro *et al.*, 2003 et Guéguen et Charreau 1975):

- 1) « *bien vivant* » (BV): langoustine tonique, bouge ses pattes, pinces et antennes, capable de se cambrer ou de mouvements réflexes avec sa queue
- 2) « *moribond* » (MD): langoustine sans tonus mais qui bouge ses pattes et montre quelques signes de vie
- 3) « *mort* » (M): aucun signe de vie, aucun tonus

En vue d'étudier l'effet de la durée d'exondation sur la survie, deux échantillons de langoustines ont été prélevés : un en début de tri, l'autre en fin de tri. L'échantillon de début de tri est utilisé dans le cadre de l'étude des variables explicatives, mais seuls les échantillons de fin de tri sont utilisés pour le calcul du taux de survie.

2.2.2. Survie en captivité (phase 2)

3 campagnes ont été mises en place pour évaluer spécifiquement la survie des individus rejetés vivants. Une centaine d'individus « bien vivants » et « moribonds » par traits ont ainsi été prélevés aléatoirement dans la fraction de langoustine rejetée en fin de tri. Ces langoustines ont été ré-immergées individuellement dans des tubes de PVC perforés et numérotés, similaires à ceux utilisés par Ulmestrand *et al.* (1998). Ces tubes ont ensuite été stockés dans des poches ostréicoles (figure 3) et immergés pendant 3 jours sur les fonds à langoustine. La vitalité des langoustines ré-immergées vivantes a été enregistrée individuellement avant et après captivité. Cette opération a permis d'estimer le taux de survie en captivité en mer. Parallèlement, les taux de vitalité (%BV, %MD et %M) en fin de tri ont été estimés par trait de la même manière qu'en phase 1 (à l'exception de 2 traits).

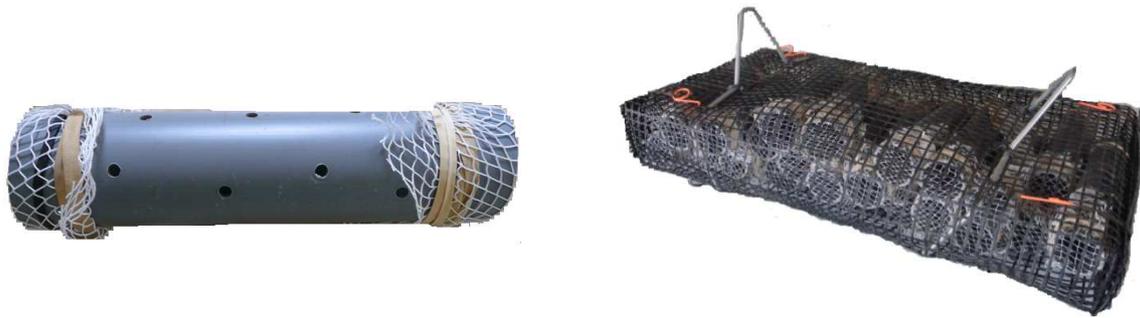


Figure 3 : matériel de ré-immersion des langoustines. A gauche : Tubes PVC percés de 25cm * Ø 5cm. A droite : Poches ostréicoles mises en filières lestées (25 tubes par poche, 4 poches par trait)

Afin de vérifier que les conditions de captivité ne masquent pas l'éventuel effet du chalutage et du traitement de la capture sur l'état de vitalité des langoustines, un contrôle a été réalisé avec des langoustines pêchées au casier et ré-immergées aussitôt après leur arrivée sur le pont.

2.3. Analyse des données

2.3.1. Variables explicatives

Les échantillons de langoustines destinés à déterminer la vitalité ont été analysés en lien avec les conditions environnementales observées lors des expérimentations. Des modèles linéaires généralisés (GLM) ont été appliqués à la série de proportions d'individus bien vivants et des conditions environnementales afin de détecter les variables qui ont un effet significatif sur la vitalité des individus au moment de les rejeter par-dessus bord.

2.3.2. Taux de survie

Le taux de survie est obtenu par la multiplication du taux d'individus bien vivants ou moribonds dans la fraction rejetée (% BV ou %MD issus de la phase 1) par le taux d'individus de chacune de ces catégories ayant survécu après ré-immersion (données issues de la phase 2). Pour ce calcul, on a considéré les individus rejetés bien vivants qui sont restés bien vivants et les individus rejetés moribonds qui sont devenus bien vivants après 3 jours de captivité. Les individus moribonds après ré-immersion ont été considérés comme morts et ne sont pas pris en compte dans l'estimation du taux de survie.

Le taux de survie est calculé par méthode statistique de ré-échantillonnage « bootstrap » : cette méthode consiste à chaque tirage à calculer le taux de survie et le ré-échantillonner avec remise 1000 fois afin d'en déduire un taux de survie moyen et l'intervalle de confiance associé.

Deux méthodes de calculs sont proposées :

a) Méthode 1 :

Le taux de survie a été calculé pour chacun des 13 traits pour lesquels les données de vitalité et de survie en captivité étaient disponibles, selon l'équation {1}. Ces taux de survie observés ont été ré-échantillonnés avec remise 13 fois et les taux de survie ainsi obtenus ont été moyennés. Cette opération a été répétée 1000 fois et la moyenne de ces 1000 moyennes donne le taux de survie moyen (figure 4). L'intervalle de confiance à 95% associé est également produit.

NB : Cette méthode est limitée par le nombre d'échantillons collectés lors de l'expérimentation de la survie des rejets en captivité (phase 2).

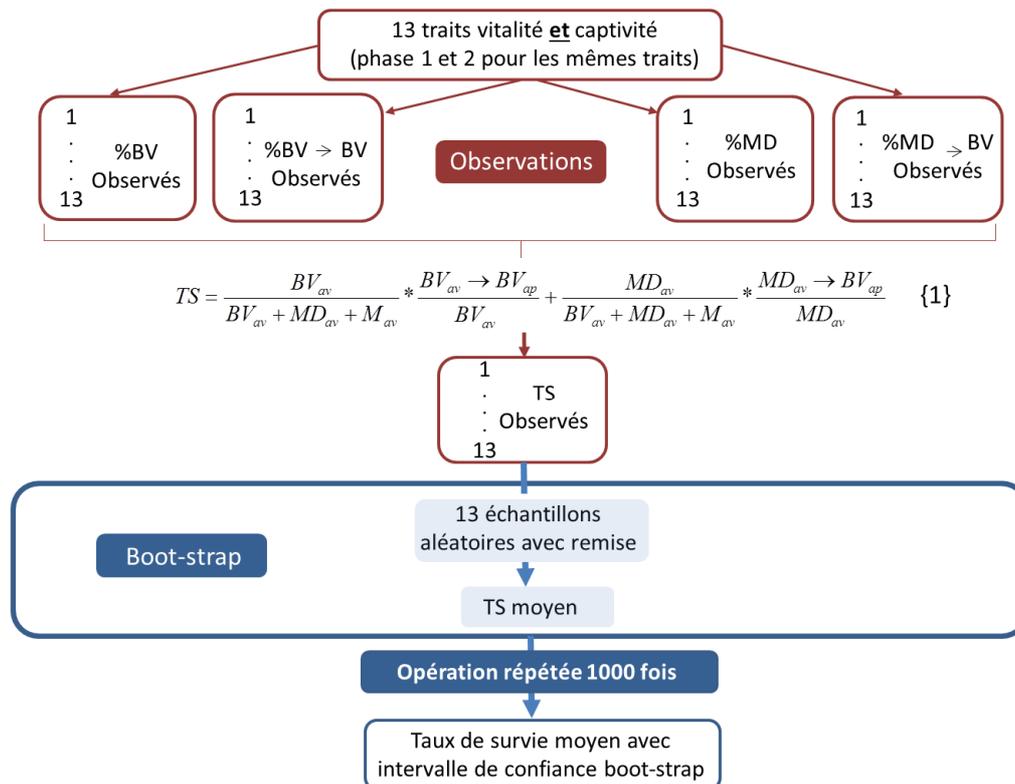


Figure 4 : procédure de ré-échantillonnage par boot-strap (méthode 1)

Termes de l'équation {1} : TS = Taux de survie observé des langoustines rejetées par trait, MD=nombre d'individus moribonds, BV = nombre d'individus bien vivants, M=nombre d'individus morts, *av*=avant ré-immersion, *ap*=après ré-immersion, MD→BV=Nombre d'individus moribonds devenus bien vivant après 3 jours de ré-immersion, BV→BV=Nombre d'individus bien vivants restés bien vivant après 3 jours de ré-immersion.

b) *Méthode 2 :*

Cette seconde méthode est basée sur l'hypothèse que le taux de survie après ré-immersion est indépendant de la proportion d'individus moribonds ou bien vivants dans les rejets (par exemple, la capacité d'une langoustine rejetée bien vivante à rester bien vivante après ré-immersion n'est pas liée à la proportion d'individus bien vivants dans l'échantillon de vitalité). Les estimations de la vitalité et de la survie sont donc réalisées indépendamment puis combinées. Cette méthode permet de prendre en compte un plus grand nombre d'échantillons, puisque sont considérés dans l'analyse les traits pour lesquels il existe des échantillons de vitalité sans expérimentations de survie et

réciroquement. L'estimation finale de la vitalité prend donc en compte une plus large gamme de conditions environnementales. Les proportions d'individus bien vivants et moribonds avant rejet, ainsi que les taux de survie en captivité en fonction de la vitalité des individus, ont été ré-échantillonnés séparément et avec remise, parmi respectivement 26 échantillons de vitalité et 15 de survie en captivité. Chacun de ces estimateurs a été moyenné, puis le taux de survie a été calculé selon l'équation {1}. Cette opération a été répétée 1000 fois pour en déduire un taux de survie moyen et l'intervalle de confiance à 95% associé (figure 5).

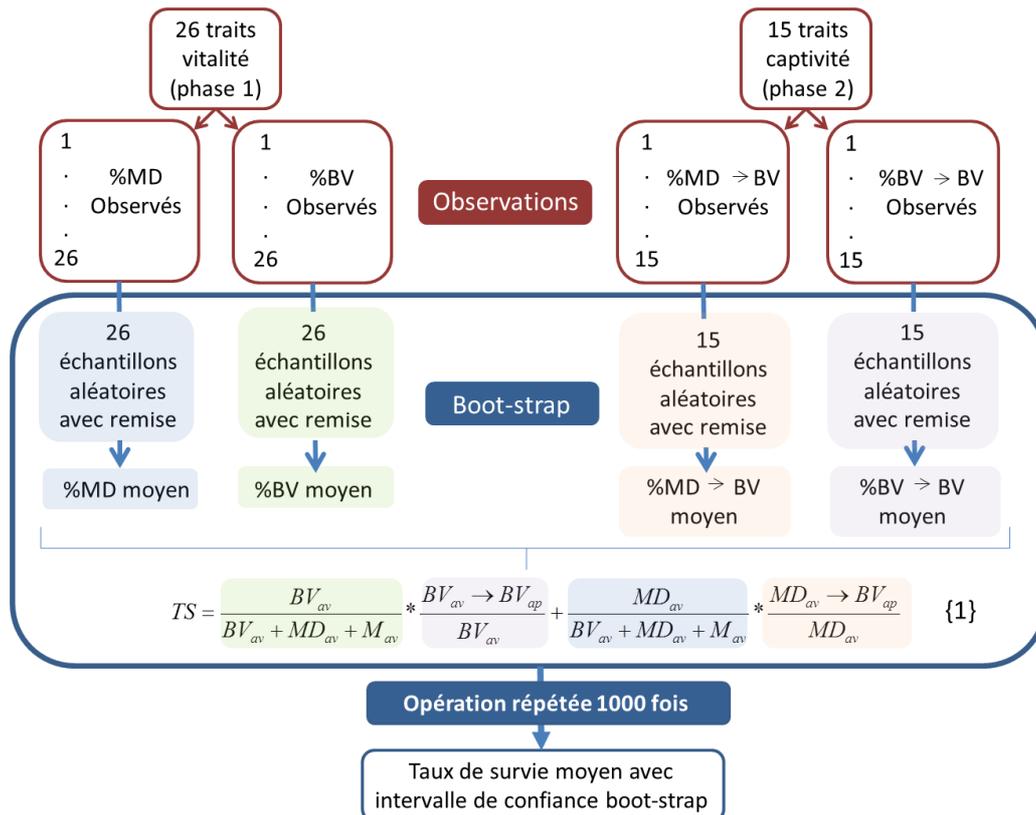


Figure 5 : procédure de ré-échantillonnage par boot-strap (méthode 2)

3. Résultats

3.1. Echantillonnage

Les captures 'contrôles' réalisées au casier étaient composées de langoustines et de galathées. Respectivement 94% et 96% d'entre elles ont survécu au processus de mise en tubes et de ré-immersion pendant trois jours. Ces résultats amènent à considérer que l'effet du mode opératoire de l'expérimentation est négligeable sur la mortalité des individus échantillonnés.

3.2. Vitalité

Les températures de l'air observées lors des expérimentations de vitalité variaient de 11 à 23°C, les durées d'exondation des langoustines sur le pont allaient de 15 minutes à 2 heures 13 minutes (échantillons collectés en début et fin de tri), la durée

des trains allait de 1 heure 6 minutes à 4 heures 55 minutes. Sous ces conditions, nous avons observé, à la fin du tri, une moyenne de 52% (± 17 écart-type) d'individus bien vivants et 21% (± 11 écart-type) d'individus moribonds au moment de les rejeter par-dessus bord. La modélisation de ces données par GLM indique que la durée d'exondation des langoustines sur le pont, ainsi que la température de l'air et le volume de capture ont un effet significatif sur le taux d'individus bien vivants dans les rejets.

3.3. Captivité

Les expérimentations en captivité ont montré que les langoustines ont une capacité de récupération par l'immersion en mer. Plus de 60% des individus jugés moribonds lors de leur ré-immersion, ont été évalués bien vivants après 3 jours de captivité. 76% des individus jugés bien vivants avant ré-immersion sont restés bien vivants après 3 jours dans l'eau (tableau 1).

Tableau 1 : Pourcentage (et écart-type) des individus ré-immergés moribonds ou bien vivants qui sont devenus morts, moribonds ou bien vivants après 3 jours de captivité

		Après 3 jours de ré-immersion		
		Mort	Moribond	Bien vivant
Avant re- immersion	Moribond	35.6 (11.8)	2.7 (3.4)	61.7 (13.4)
	Bien vivant	20.8 (10.8)	2.9 (2.8)	76.2 (12.6)

3.4. Taux de survie

La première méthode de boot-strap indique un taux moyen de survie des langoustines rejetées de 51.4% avec un intervalle de confiance de [42.4 ; 59.2]. La seconde méthode de boot-strap indique un taux moyen de survie des langoustines rejetées très proche (50.5%) avec un intervalle de confiance un peu plus étroit de [45.3 ; 56.2]. Les résultats de ces deux méthodes ne sont pas statistiquement différents, mais la deuxième, du fait qu'elle prend en compte des échantillons de vitalité provenant d'une plus grande gamme de conditions environnementales et donnant un intervalle de confiance plus resserré est sans doute celle qu'il faut retenir.

4. Discussion / Conclusion

L'actualisation des taux de survie des langoustines rejetées après chalutage montrent des valeurs plus fortes que celles annoncées par Guéguen et Charreau (1975), ou Charreau *et al.* (1982). Ils sont estimés aujourd'hui à 51% contre 30% dans les années 70-80. La technique de pêche de la langoustine et la taille marchande des langoustines et les méthodes expérimentales mises en œuvre pour évaluer leur survie ont évolué ces dernières décennies. Le passage du chalut simple aux chaluts jumeaux, accompagné d'une augmentation de maillage du cul, a contribué à réduire les volumes de captures dans les culs de chalut. Du point de vue expérimental, ré-immérer les langoustines individuellement plutôt que dans des cages à forte densité permet de limiter les risques de mortalité dus aux conditions de captivité (Charreau *et al.*, 1982). Toutes ces différences peuvent expliquer la valeur plus élevée de

l'estimation des taux de survie observés dans le golfe de Gascogne entre les deux séries d'expérimentations. A l'inverse, les résultats ne montrent pas qu'une différence dans la taille des individus soumis à l'expérimentation (due au maillage et à la taille légale supérieurs) soit un facteur explicatif de cette différence dans les taux de survie estimés.

Nos travaux montrent que la durée d'exondation des langoustines sur le pont, ainsi que la température de l'air et le volume de capture ont un effet significatif sur les taux d'individus bien vivants et moribonds dans les rejets. Le taux de survie moyen présenté ici n'est pas pondéré par les variables explicatives : par exemple, à l'échelle de la saison de pêche, la proportion de jours où la température de l'air est basse ou élevée, ou la proportion de traits pour lesquels le volume de capture est faible ou fort, ne sont pas pris en compte. La valeur de 51% est donc susceptible de variations en fonction de ces facteurs. D'autre part, il ressort que les pratiques des équipages ont une influence sur cette valeur puisque le temps d'exondation a un effet significatif sur la survie des rejets : la remise à l'eau au fur et à mesure du tri plutôt qu'à la fin favorisera la capacité de récupération des langoustines. Le niveau de dommage physique des rejets lors de l'opération de pêche ou du traitement de la capture est un paramètre qui peut montrer une grande variabilité inter-trait et inter-navire, liée par exemple à la présence de cailloux dans le cul de chalut, auprès de la capture par l'équipage ou à l'usage d'une goulotte d'évacuation. Ces facteurs ne sont pas bien représentés dans notre étude du fait du faible nombre de navires échantillonnés.

Par ailleurs, d'autres variables, telles que la prédation après rejet ou bien la capacité des individus à retrouver leur habitat ou de se nourrir à nouveau peuvent impacter le taux de survie réel. Depestele *et al.* (2014) ont observé que la prédation aviaire sur les langoustines rejetées était négligeable. Cette observation contredit Evans *et al.* (1994) qui montrent aussi que les langoustines rejetées peuvent rencontrer plus de difficultés pour s'alimenter ou retrouver un terrier que les individus qui n'ont pas subi le chalutage (expérimentations en laboratoire). Cependant, cela n'empêche pas qu'une part d'entre elles survive. Chapman *et al.* (2000) ont montré, grâce à la technique du marquage/recapture, que malgré l'altération de la vue des langoustines par la lumière lors de leur passage sur le pont, elles peuvent continuer à s'alimenter, poursuivre leur croissance et se reproduire une fois remises à l'eau.

La valeur estimée expérimentalement est donc un majorant du taux de survie réel qui est impacté par de nombreux facteurs difficilement quantifiables. Nos résultats, tout comme la plupart des études rapportées dans la littérature indiquent que, sous réserve de bonnes pratiques à bord, une part non négligeable d'individus peut être rejetée à l'eau vivante et le rester.

Une expérimentation de marquage dans le golfe de Gascogne selon la technique décrite par Figueiredo (1989) et Chapman *et al.* (1982) est actuellement en cours pour compléter ces observations: une première session réalisée au cours de l'été 2014 a permis de relâcher 1000 langoustines marquées au large de Belle Ile (aucune recapture n'a eu lieu à ce jour) et 10 000 autres seront marquées au printemps 2015 au Sud de la Bretagne (projet ENSURE porté par l'Ifremer).

5. Bonnes pratiques à bord

Le travail décrit précédemment a permis d'identifier les variables qui ont un effet significatif sur la vitalité des langoustines avant rejet, et donc sur leurs chances de survie. Il s'agit de la durée d'exondation des individus, de la température de l'air à laquelle ils sont exposés et du volume de capture. Bien que non détecté dans ce travail, la durée de traîne peut aussi être un facteur influent : plus les traines sont courtes, plus la vitalité et l'état physique des langoustines sont préservés (Evans *et al.*, 1994 ; Méhault *et al.*, 2015).

La mortalité des rejets peut être réduite par l'utilisation de table de tri et de goulotte d'évacuation lors du traitement de la capture. La combinaison de ces deux dispositifs permet à la fois d'éviter l'écrasement ou la compression et assure une remise à l'eau rapide des langoustines tout au long du tri (figure 6). Les dommages physiques, ainsi que la durée d'exondation des individus peuvent ainsi être considérablement réduits. Il faut cependant noter que selon la configuration du pont, tous les navires ne sont pas aptes à recevoir ce type d'équipement. En cas d'absence de table de tri et de goulotte, il est alors important que l'évacuation des rejets soit réalisée au fur et à mesure par les dalots à l'aide de la manche alimentée en continue (pratique déjà observée à bord).

La survie des langoustines au-delà de leur remise à l'eau est difficile à évaluer, mais il est certain que leurs chances de survie sont réduites si elles sont rejetées en dehors des secteurs où les individus pourront retrouver un habitat qui leur est favorable. Cette condition est *a priori* satisfaite puisque en pratique commerciale les traines à langoustines s'enchaînent : le tri, et donc le rejet ont lieu sur les secteurs de pêche et donc d'habitat favorable (à l'exception probable du dernier trait de la marée pour lequel la capture est traitée pendant que le navire fait route vers le port).



Figure 6 - A gauche : tri sur table sans goulotte. A droite : tri sur table équipée d'une goulotte d'évacuation des rejets.

En mer Celtique

Les travaux relatifs à la survie des langoustines rejetées en mer Celtique se limitent à une seule étude rapportée par Charuau *et al.*, (1982). La méthodologie utilisée était similaire à celle de Guéguen *et al.* en 1975 : les langoustines vivantes échantillonnées parmi la fraction de rejets ont été placées dans 4 cages en grillage plastique et ré-immergées de 36 à 60 heures. Chacune des cages contenait entre 347 et 508 individus. Cette opération a été menée à bord d'un chalutier professionnel au cours d'une marée de printemps (mai). Charuau *et al.* (1982) concluent que le taux moyen de survie des langoustines rejetées en mer Celtique s'élève à 19%. Cependant, les auteurs indiquent que plusieurs facteurs liés aux conditions expérimentales et à la période de l'année peuvent impacter le taux de survie. Il s'agit entre autres de la densité d'animaux dans les cages de ré immersion, de la température de l'air, du volume de capture et surtout de la biologie de l'espèce: il semblerait que les langoustines soient plus fragiles en période de mue, période à laquelle cette expérimentation en mer Celtique s'est déroulée. Tenant compte de ces éléments, mais sans pouvoir les quantifier, les auteurs proposent un taux de survie moyen annuel compris entre 20 et 50% en mer Celtique.

Deux autres études de la survie des rejets de langoustine ont été réalisées en mer d'Irlande il y a près d'une quarantaine d'années. Elles ont mis en œuvre des protocoles différents, d'où la difficulté de comparer les taux annoncés : Edwards et Bennett (1980) estiment la survie à 75%, contre 40% estimés par Symonds et Simpson (1971).

Bibliographie

Castro M., Araujo A., Monteiro P., Madeira AM. et Silvert W., 2003. The efficacy of releasing caught *Nephrops* as a management measure. *Fisheries Research*, 65 : 475-484.

Chapman CJ., 1982. *Nephrops* tagging experiments in Scottish waters 1977-1979. CIEM, CM 1982/K : 22.

Chapman CJ., Shelton PMJ., Shanks AM. et Gaten E., 2000. Survival and growth of the Norway lobster *Nephrops norvegicus* in relation to light-induced eye damage. *Marine Biology*, 136: 233-241.

Charuau A., Morizur Y. et Rivoalen JJ., 1982. Survie des rejets de *Nephrops norvegicus* dans le golfe de Gascogne et en mer Celtique. CIEM, CM 1982/B :13.

CIEM, 2014. Report of the Workshop on Methods for Estimating Discard Survival (WKMEDS). ICES CM 2014/ACOM:51

CSTEP, 2013. Landing obligation in EU fisheries. STECF-13-23, pp 118.

Depestele, J., Rochet, MJ., Dorémus G., Laffargue P., et Stienen E., 2014. Les rejets représentent-ils une source de nourriture significative pour les communautés benthiques? BENTHIS-RSE2 (article en préparation).

Edwards E. et Bennett DB., 1980. Survival of discarded *Nephrops*. CIEM, CM 1980/K : 10.

Evans SM., Hunter JE., Elizal et Wahju RI., 1994. Composition and fate of the catch and by catch in the Farne Deep (North Sea) *Nephrops* fishery. *ICES Journal of Marine Science*, 51:155-168.

Figueiredo MJ., 1989. Preliminary results of the tagging experiments on *Nephrops norvegicus* in Portuguese waters. CIEM, CM 1989/K:25.

Guéguen J. et Charuau A., 1975. Essais de détermination du taux de survie des langoustines hors taille rejetées lors des opérations de pêche commerciale. CIEM, CM 1975/K:12.

Harris RR. et Ulmestrand M., 2004. Discarding Norway lobster (*Nephrops norvegicus* L.) through low salinity layers - mortality and damage seen in simulation experiments. *ICES Journal of Marine Science*, 61:127-139.

Méhault, S., Morandeau F., Vacherot JP. et Larnaud P., 2015. Langoustine vivante : sélectivité des chaluts à Langoustine en mer Celtique en vue de l'amélioration de la qualité des captures. R.INT.RBE/STH/LTBH 2014 – 007, pp 65.

Symonds DJ. et Simpson AC., 1971. The survival of small *Nephrops* returned to the sea during commercial fishing. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 34(1):89-98.

Ulmestrand, M., Valentinsson, D., Sangster, G.I., Bova, D., Kynoch, R.J., Breen, M., Graham, G.N., Soldal, A.V., Cruickshank, O., Moth-Poulsen, T., and Lowry, N., 1998. *Nephrops* survival after escape from commercial fishing gear or discarded from deck. Fishing Technology and Fish Behaviour Working Group, La Coruña, Spain, 20-23 April 1998.