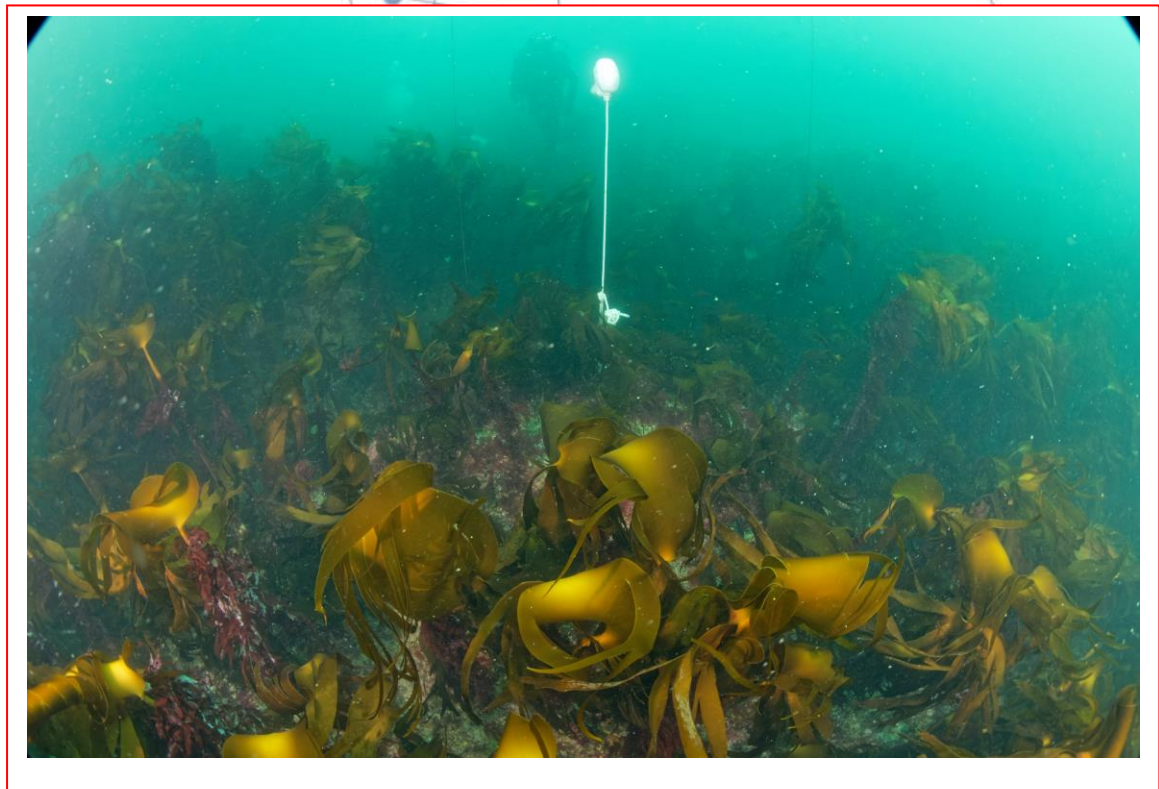


SLAMIR, Suivi de la dynamique de croissance de population de *Laminaria hyperborea* après exploitation de la canopée

Slamir, projet financé par le Parc Naturel Marin Iroise afin de comprendre l'évolution des champs de *L. hyperborea* suite à une exploitation



Fiche documentaire

Titre du rapport : SLAMIR, Suivi de la dynamique de croissance de population de <i>Laminaria hyperborea</i> après exploitation de la canopée	
Référence interne : RBE/HALGO/LBH 2022-01	Date de publication : 2022/11/10
Diffusion : <input type="checkbox"/> libre (internet) <input type="checkbox"/> restreinte (intranet) – date de levée d’embargo : AAA/MM/JJ <input type="checkbox"/> interdite (confidentielle) – date de levée de confidentialité : AAA/MM/JJ	Version : 1.0.0 Référence de l’illustration de couverture Dugorney/Hyperborea/24/03/2021 Langue(s) : Français
Résumé/ Abstract : <p>Dans le cadre du projet SLAMIR, l’équipe Ifremer avait pour objectif d’étudier la dynamique de croissance de la population de <i>Laminaria hyperborea</i> suite à la disparition des plants qui constituent la canopée. Cette canopée est constituée de plants mesurant de 60 à 130 cm de longueur de stipes selon les zones qui représentent une faible densité mais près de 90% de la biomasse. La disparition de la canopée dans notre étude est liée à l’exploitation commerciale ou expérimentale et environnementale. Cette dernière situation n’était pas prévue, mais au niveau d’un point d’étude sur une étendue très importante la canopée a disparu pour des raisons encore non comprises.</p> <p>Nos résultats montrent clairement une forte croissance des plants qui restent en place avec une reconstitution de la canopée sur une durée dépendante de la taille initiale de la population restante. En l’occurrence, après exploitation où les plants de 1 à 40 cm restent en place, une canopée est complètement reconstitué au bout de 20 mois. Cette canopée n’est pas encore stabilisée. En effet, la densité est plus forte et la biomasse n’est pas encore tout à fait reconstituée. La vitesse de croissance des plants et de reconstitution de la canopée traduisent une forte résilience de cette population.</p> <p>Les résultats obtenus apportent des éléments très concrets pour améliorer les règles de gestion autour de l’exploitation de cette laminaire.</p>	
Mots-clés/ Key words : Laminaria hyperborean, exploitation, dynamique de croissance, variabilité saisonnière,	
Comment citer ce document :	
Disponibilité des données de la recherche : Après publication	

DOI :

Commanditaire du rapport : Parc Naturel Marin d'Iroise	
Nom / référence du contrat : SLAMIR, 18/1000 249	
<input type="checkbox"/> Rapport intermédiaire (réf. bibliographique : XXX) <input type="checkbox"/> Rapport définitif (réf. interne du rapport intermédiaire : RBE/HALGO/LBH 22-001/ID ARCHIMER)	
Projets dans lesquels ce rapport s'inscrit (programme européen, campagne, etc.) : Projet Financé par le PNMI	
Auteur(s) / adresse mail	Affiliation / Direction / Service, laboratoire
Martial.laurans@ifremer.fr	RBE/Unité Halgo Brest/DECOD
claire.laspougeas@ofb.gouv.fr	
auteur 3	
auteur 4	
Encadrement(s) : Martial Laurans	
Destinataire : Parc Naturel Marin d'Iroise	
Validé par : Parc Naturel Marin Iroise	

Sommaire

Table des matières

1	Site du Mazou, développement d'un suivi spécifique.....	11
1.1	Situation initiale	12
1.2	Dynamique de croissance après une exploitation expérimentale et classique.....	13
1.2.1	Site Expérimental	13
1.2.2	Suivi dans le site exploité	15
1.2.3	Comparer la densité de plants de la canopée avant et après l'exploitation expérimentale	18
1.2.4	Comparer les vitesses de croissances / à la courbe établi.....	20
2	Autres Sites Suivis.....	22
2.1	Men-Gwen / Les Rémeurs / Les Laz	22
2.2	Fourches / Linious	25
3	Taux exploitation.....	27
3.1	Données disponibles	27
3.2	Le bilan lors de la période 2019-2021.....	28
4	Conclusion.....	31
5	Références :	34

Parmi les laminaires présentes dans les eaux bretonnes et plus particulièrement au sein du PNMI, *Laminaria hyperborea* est la plus présente, une biomasse de près de 450 000 tonnes à l'échelle de l'archipel de Molène (Touria et al., 2015). Cette espèce est présente de 0 à 30 mètres de profondeur en fonction des conditions biotiques et abiotiques du milieu. Les conditions environnementales, notamment une température inférieure à 18-19 degrés et une faible turbidité de l'eau sont deux facteurs qui conditionnent fortement sa présence. En Mer d'Iroise, les valeurs de ces deux paramètres sont très favorables et expliquent la forte biomasse de *L.hyperborea*. La croissance de cette laminaire est considérée comme lente comparativement à d'autres laminaires comme *Laminaria digitata*. Un minimum de 5 à 6 ans est nécessaire pour atteindre une taille d'environ 120 cm de longueur de stipe. Cette situation masque une forte productivité, puisque tous les ans l'ensemble de la lame est complètement renouvelé au cours de l'hiver et du printemps. Le mois d'avril est ainsi connu comme le décrochage de la vieille lame remplacée par la nouvelle.

En situation que l'on pourrait nommer d'équilibre, une population de *L.hyperborea* est structurée en taille selon deux modes. Tout d'abord la canopée, qui peut être aussi appelée strate arbustive, qui correspond à quelques plants de grandes tailles représentant près de 90 % de la biomasse. La taille des plants d'une canopée est très dépendante de l'environnement, la taille moyenne de cette canopée varie de 50 à 120 cm selon les endroits. Le second groupe modal dans une population de *L.hyperborea*, est constitué de jeunes plants (1 à 2 ans) très nombreux ou de plants ayant une croissance très ralentie car ils sont en concurrence pour l'accès à la lumière avec les plants de la canopée. Ce groupe est parfois appelé sous-strate.

La particularité de cette espèce, qui est pérenne et propose un port rigide, est de générer un habitat tridimensionnel. Cet habitat est alors le support à la présence d'une faune et d'une flore très riches et variées. On parle alors d'écosystème structurant pour une large partie du littoral breton en lien avec toutes les fonctions écologiques, patrimoniales et d'extraction qui en découlent (Van Houtte et al., 2016).

L'exploitation de *L.hyperborea*, est connue depuis des siècles. Initialement, il s'agit uniquement de ramasser le long de la côte les plants qui sont arrachés suite à des périodes de fortes houles. Aujourd'hui, les caractéristiques gélifiants et texturants de cette algue sont recherchées car très spécifiques et différent de *L.digitata*. Depuis 25 ans, la flotte goémonière exploitant *L.digitata* a progressivement évolué pour pouvoir exploiter *L.hyperborea* en mettant en œuvre un engin similaire à celle-ci en Norvège, à savoir le peigne. Dans les années 1995 et 1996, les premiers tests ont lieu et la production est restée sous les 5000 jusqu'en 2006. Depuis 2007, la récolte a progressivement augmenté suite à une demande accrue et à la transformation de plusieurs navires (Figure 1 : Production annuelle de *L.hyperborea* (bleu) et dans le PNMI (rouge).Figure 1). Depuis 5 ans, la récolte annuelle se situe entre 15000 et 18000 tonnes pour une zone comprise entre la pointe Saint Mathieu et la baie de Morlaix, soit le Nord Finistère. La récolte dans le périmètre du PNMI représente entre 45 et 65% de la production bretonne selon les années depuis 2012. L'année 2014 est très particulière. Suite aux tempêtes hivernales, la biomasse de *L.digitata* ayant tellement chuté, la récolte de *L.hyperborea* a en partie remplacé celle de *L.digitata*.

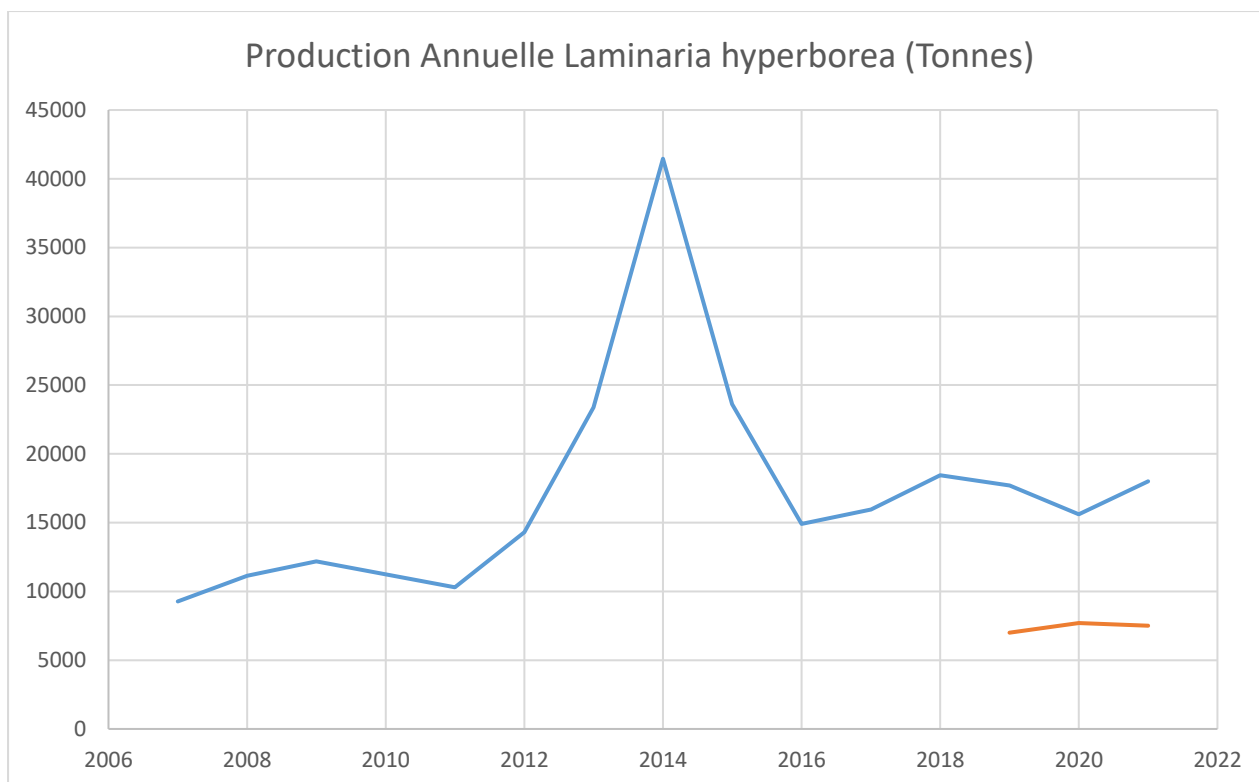


Figure 1 : Production annuelle de *L.hyperborea* (bleu) et dans le PNMI (rouge).

Dès le début, un système de gestion équivalent à celui déployé en Norvège a été adopté, soit un système de jachère théorique de 5 ans à partir de la définition de zones d'exploitation avec des quotas par zone, ces quotas représentés 20% de la biomasse estimée. L'estimation de cette biomasse était très incertaine. Depuis 2015, le système de gestion a progressivement évolué avec de nouvelles bandes de gestion (Figure 2), une période de fermeture annuelle du 15 mai au 31 août depuis 2016 et la fixation de critères précis pour définir l'engin de récolte en 2019. Par ailleurs, des zones spécifiques ont été délimitées où une interdiction de récolte est reconduite annuellement en raison d'un substrat sensible à la récolte, d'un cantonnement ou pour la gêne pouvant être occasionnée à certains mammifères. Sur d'autres zones, la fermeture est temporaire sur une partie de l'année car d'autres activités de pêche sont présentes.

ZONES OUVERTES À LA PÊCHE DE LAMINARIA HYPERBOREA DANS LE FINISTÈRE EN 2022

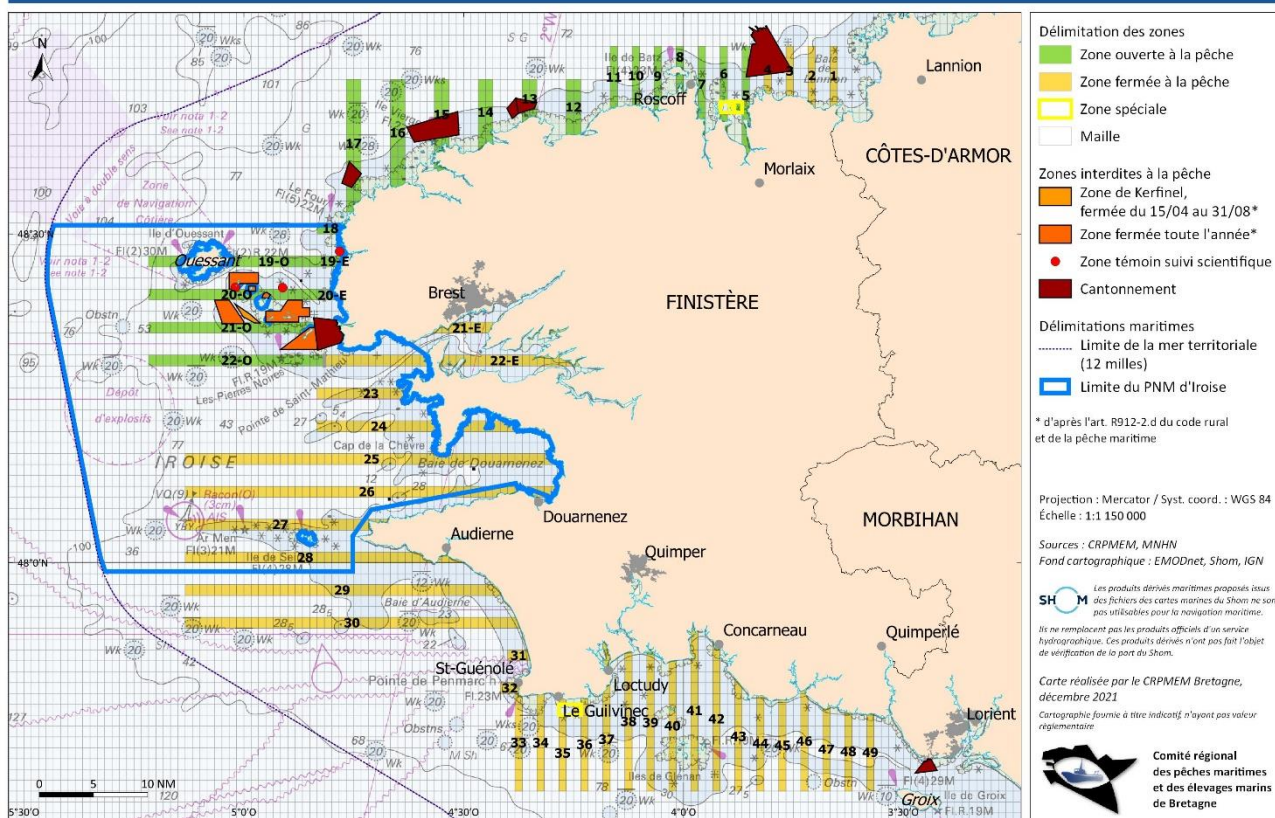


Figure 2: Répartition spatiale des bandes de gestion de *L.hyperborea* pour l'ensemble du Finistère.

C'est dans ce contexte global de l'exploitation de *L.hyperborea* que le projet SLAMIR s'est construit en ayant comme objectifs de décrire selon plusieurs approches les perturbations qu'elle génère. Plus particulièrement, le présent document rend compte du travail ayant été mené sur la dynamique de croissance de la population de *L.hyperborea* après exploitation. Ainsi, dans le cadre de ce projet, nous avons réalisé un travail pour comparer des sites exploités et non exploités où les autres équipes du projet ont aussi effectué leur suivi sur l'évolution de la biodiversité associée et le fonctionnement du réseau trophique (Figure 3). De plus, nous avons spécifiquement développé un travail plus conséquent sur le site du Mazou afin de mieux contrôler et analyser la dynamique de croissance en déployant une exploitation expérimentale.

PARC NATUREL MARIN D'IROISE
Plan d'échantillonnage SLAMIR

EDITEE LE : 08/11/2022

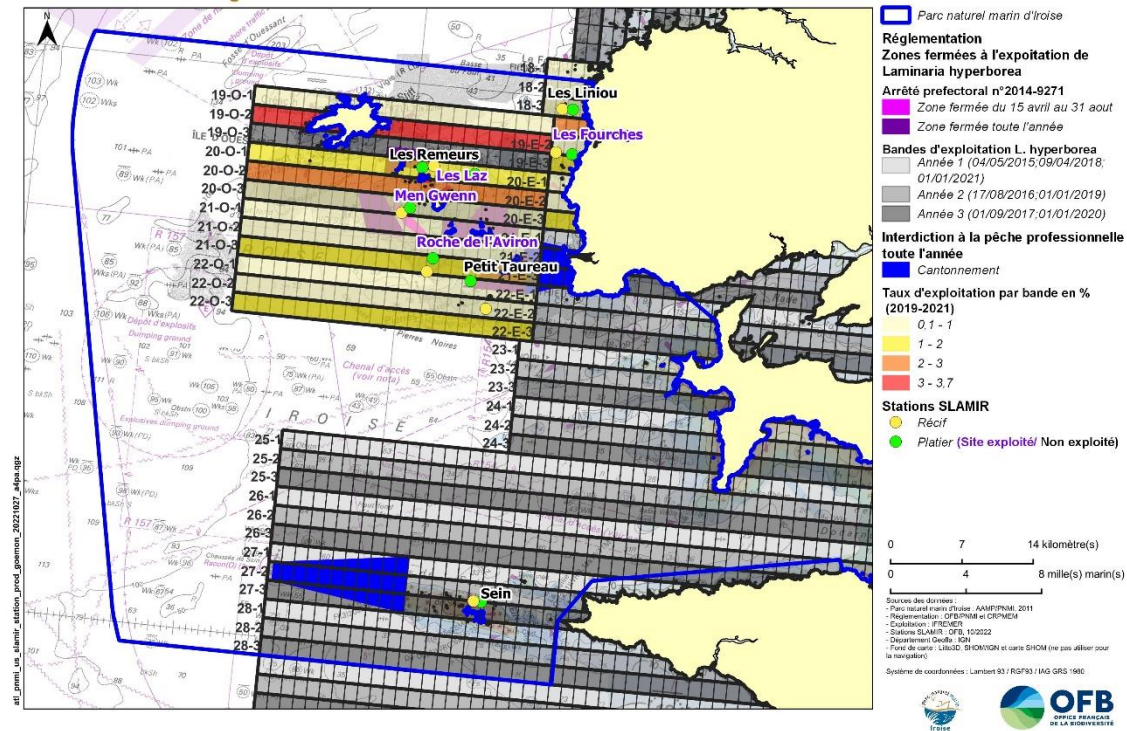


Figure 3: Positionnement des sites de suivi dans le projet SLAMIR

Pour, rappel, la référence à la taille ou à la longueur pour *L. hyperborea* signifie que l'on parle de la longueur du stipe et non de la taille totale du plant. En effet, la taille totale varie beaucoup au cours de l'année car la lame est annuelle avec une croissance au cours de l'hiver et du printemps puis un arrêt qui entraîne une érosion et un finalement un décrochement du plant en général en avril.

1 Site du Mazou, développement d'un suivi spécifique

En complément des stations Slamir, l'équipe d'Ifremer a choisi une station dans la zone du Mazou à la fin de l'année 2020. La volonté affichée était de proposer une récolte expérimentale où l'on retirait toute la canopée. Cette opération nous permettait de connaître très précisément les données sur la récolte (taille et densité des plants exploités) et donc de maîtriser toutes les données initiales. Ce point était situé dans la bande ouverte à l'exploitation cette même année. Ainsi nous avons recherché un point pour positionner l'exploitation expérimentale à proximité d'une exploitation par un engin. De plus, il s'agissait aussi d'être à proximité des Liniou considéré comme un point de référence (suivi REBENT et plusieurs échantillonnages passés, site non exploitable vu sa configuration topographique) et un lieu proche du port de Lanildut, port goémonier de référence. Le choix de venir travailler également sur cette zone du Mazou faisait suite à l'impossibilité de développer au cours de l'année 2020 ce même travail sur la zone des Fourches précédemment identifiée. En effet, le confinement puis les règles imposées au sein d'Ifremer ne nous ont pas permis de reprendre nos travaux en plongée avant la mi-septembre. Plus précisément, l'objectif était de densifier un suivi et de proposer une approche où l'on contrôle complètement l'exploitation en la réalisant nous-même.

Comme pour les autres points de suivi Slamir, l'objectif était de faire un suivi de la ressource suite à l'exploitation. Ainsi, la structure de taille des individus est mesurée au sein des cadrats de 0.5m² dans les zones exploitées soit dans les traînes des engins de récolte et dans les zones adjacentes non exploitées. La difficulté d'assurer un suivi où nous avons l'assurance de bien être sur une zone exploitée nous a poussé à compléter l'approche sur ce site du Mazou. Ainsi, trois carrés avec une exploitation expérimentale ont été mis en place. Il a fallu effectuer en plongée le prélèvement de tous les plants de plus 40 cm de longueur de stipe afin de simuler le passage d'un engin. Cette taille de 40 cm est le seuil de sélectivité d'un peigne. Chaque carré mesure 2,1*2.1 mètres carrés ce qui correspond en terme de suivi à 9 cadrats individuels de 0,5m² (Figure 4). Cette approche permet de disposer de plusieurs reliquats afin de mieux comprendre la dynamique de croissance suite à une exploitation et appréhender la variabilité inter cadrat. De plus, ces 3 carrés d'exploitation ont pu être positionnés à quelques mètres d'une traine d'exploitation d'un goémonier (Figure 4, bande bleu).

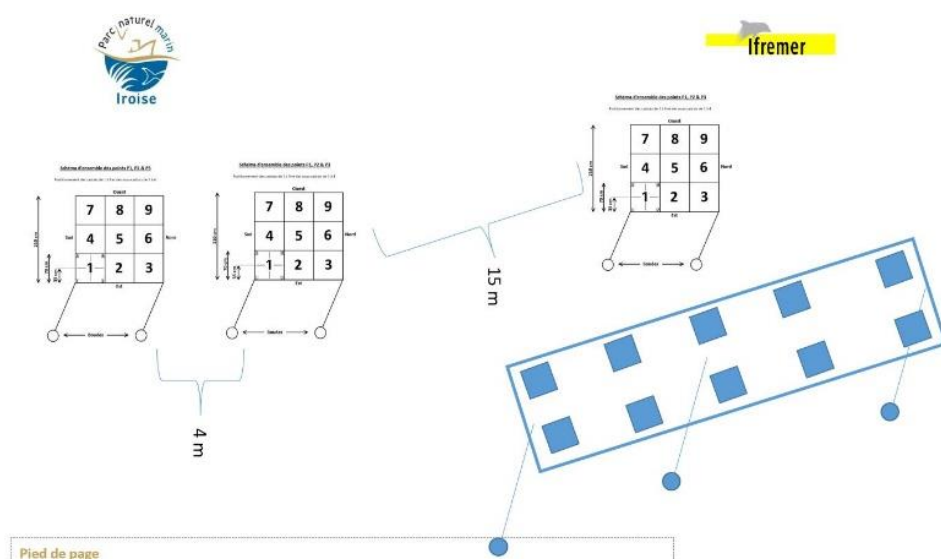


Figure 4: Plan de suivi expérimental et dans une trace d'exploitation.

1.1 Situation initiale

Le travail initial sur le site du Mazou permet d'indiquer les points de référence sur lesquels nous allons nous appuyer ensuite pour comprendre la dynamique de croissance des plants restant après l'**exploitation dite « classique » suite au passage du peigne** et celle dite « **expérimentale » par récolte en plongée**.

La situation initiale avant exploitation expérimentale est considérée comme classique avec une distribution bimodale (Figure 5) avec une partie de plants appartenant à la canopée (60 à 130 cm) et d'une taille centrée autour de 100 cm, on parle de la strate arbustive. L'autre partie est composée du recrutement avec des plants d'une taille inférieure à 10 cm et les plants de sous canopée de 10 à 55 cm, on parle ici de sous strate arbustive. On observe une décroissance du nombre de plants dans ce groupe liée à une mortalité forte (condition du milieu, notamment à la houle et la densité dépendance lié à l'accès à la lumière).

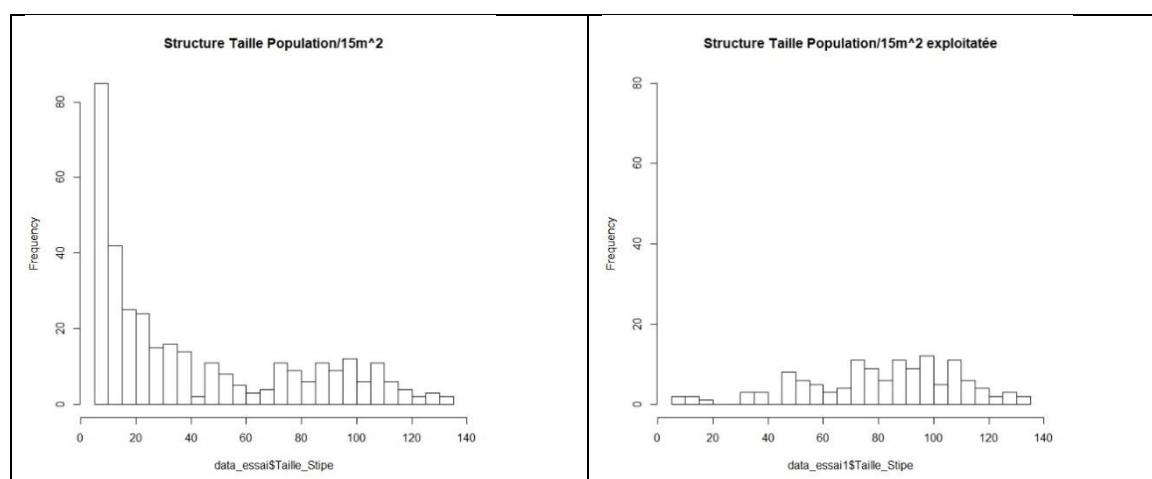


Figure 5 : Structure de taille de la population avant exploitation expérimentale et structure de taille de la récolte ayant été effectuée en plongée.

Suite, à l'exploitation dite expérimentale au sein des 3 carrés, on observe que la structure de taille des plants restants est similaire à la zone exploitée (Figure 6) qui correspond à la bande adjacente en bleu (Figure 4). La différence en nombre d'individus par classe de taille est liée à la surface suivie, elle est plus faible dans la traîne du peigne, près de 3 fois moins. Ainsi, nos deux sites suivis peuvent être considérés comme équivalents afin de permettre une comparaison de la dynamique de croissance à partir de la date du 8 janvier 2021. La traîne est issue d'une exploitation par un goémonier ayant eu lieu moins de 2 mois avant (Novembre 2020). Cette information est fournie par l'utilisation des données VMS. Aussi, en tenant compte de la physiologie de *Laminaria hyperborea* pour laquelle la croissance est hivernale et printanière, on peut considérer que la structure de taille établie en janvier 2021 suite aux plongées représente bien celle juste après exploitation. Aussi à cette date, nous pouvons considérer que nos deux zones sont comparables, zone expérimentale suite aux prélèvements en plongée et la zone exploitée suite au passage d'un peigne.

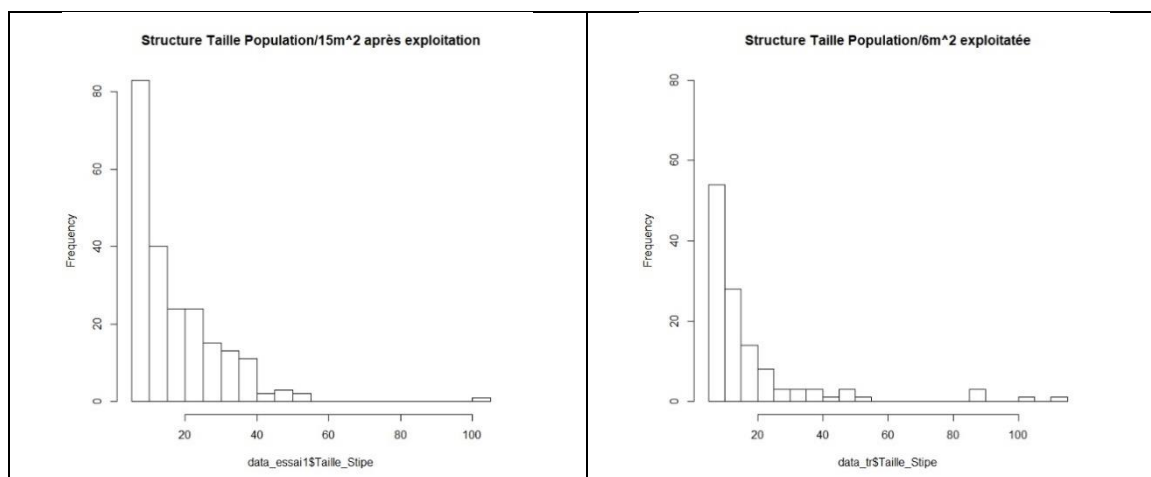


Figure 6 : Structure de taille après exploitation expérimentale (en plongée) et après exploitation par goémonier utilisant un peigne.

1.2 Dynamique de croissance après une exploitation expérimentale et classique

1.2.1 Site Expérimental

Au cours de l'année 2021 et 2022, 5 suivis ont été effectués afin de bien suivre la dynamique de croissance de l'ensemble des cadrats dans la zone expérimentale, c'est-à-dire celle pour laquelle la récolte a été réalisée en plongée. Les conditions météorologiques de janvier 2022 n'ont pas permis d'intervenir pour effectuer un point au début de la croissance 2022. Sachant la dynamique annuelle de croissance de cette laminaire, le point de suivi de septembre 2022 représente une situation peut différente de celle de juillet. En effet, à ce moment de l'année, la croissance des plants est très fortement réduite. Dans la dynamique observée, on peut clairement indiquer une dynamique de croissance qui apparaît très clairement après 3 mois où le nombre de plant compris entre 8 et 16 cm double ou triple et cette tendance est bien établie après 6 mois (01/07/2021) où les plants de 10 à 26 cm ont globalement doublé (Figure 7). Au niveau des effectifs, le nombre total de plants entre 1 et 30 cm reste globalement stable de janvier à juillet 2021. Néanmoins, au sein de cette gamme de taille des variations existent et entre 6 et 30 cm, l'effectif augmente de 180 à 225 puis 250 en juillet à l'échelle des 3 carrés. Cette dynamique traduit à la fois une forte croissance des jeunes de taille inférieure à 5 cm et aussi une mortalité importante d'une partie de ces plants. Sur cette même période, les plants les plus grands atteignent près de 60 cm. Une telle dynamique est très différente de zones non exploitées (Gerard, 2018) où on observe généralement une forte stabilité de la structure de taille. En 2022, le nombre de plants entre 1 et 30 cm en avril est similaire à celui de 2021, mais la structure de taille est légèrement différente. De plus, on observe que le recrutement a été le même qu'en 2021. La dynamique de croissance est clairement visible, avec tout d'abord une forte proportion de plants de 40 à 60 cm en fin mars (24/03/2022) avec certains autour de 70 cm. La croissance printanière forte permet de progressivement reconstituer la canopée (15/09/2022) qui était visible avant exploitation (Figure 4, 15/09/2022). Ces plants n'ont pas encore fini leur croissance, mais un mode se structure entre 45 et 80 cm centré sur 64 cm. La diminution du nombre de plants entre 20 et 40 cm (de 153 en 01/07/2021 à 67 le 15/09/2022) est vraisemblablement liée à cette nouvelle canopée qui limite l'accès à la lumière et donc ralentit la croissance des plants plus jeunes. Ainsi, au 15/09/2022, le nombre de plants de ces deux classes (20-30 et 30-40) est similaire à la situation initiale du

8/01/2021 (Tableau 1). On peut supposer que la population est proche de son nouvel équilibre avec un même nombre de plants autour de 360, seule la canopée va continuer à croître en taille, c'est-à-dire qu'elle a mis 20 mois pour se reconstituer après récolte. Pour l'ensemble de ce suivi expérimentale, c'est plus de 2000 plants ont été mesurés sur le fond (Tableau 1), cette dimension apporte une robustesse aux tendances observées.

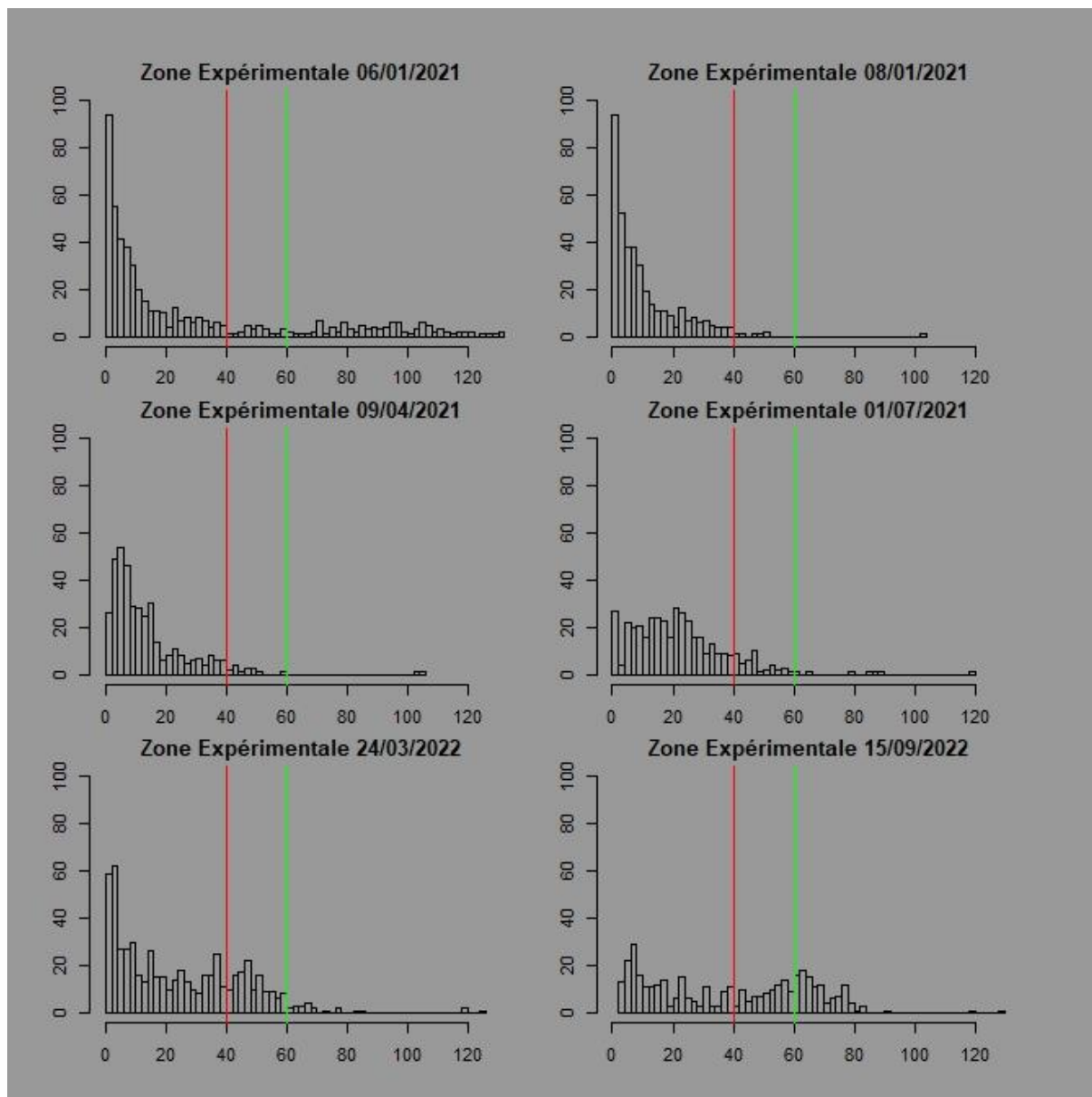


Figure 7: Structure de taille de l'ensemble du site expérimentale pour chaque date du suivi. La ligne rouge représente la taille minimale des plants dans les captures des professionnels. La ligne verte la taille d'entrée dans la canopée lorsqu'elle a l'équilibre.

	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	90-100	110	120	+130	Total
06/01/2021	244	74	41	32	12	13	7	18	19	21	17	10	8	342
08/01/2021	238	71	41	26	5	2	0	0	0					214
09/04/2021	189	116	37	31	16	2	0	0	0					276
01/07/2021	84	106	104	49	35	11	3	0	0					360
24/03/2022	180	100	69	74	78	45	20	5	2					430
15/09/2022	68	62	36	31	35	50	70	41	4	1				367

Tableau 1: Effectif de plants selon les classes le taille pour l'ensemble du site de suivi.

Le fait d’avoir effectué un suivi avec des sous-cadrats permet d’observer que la dynamique à l’échelle de la population se répartit de manière homogène dans l’espace. En effet, dans l’ensemble des sous cadrats, la même dynamique de croissance est observée (Figure 8). La représentation par des boîtes à moustache indique bien que la taille moyenne augmente et que les jeunes plants sont toujours présents.

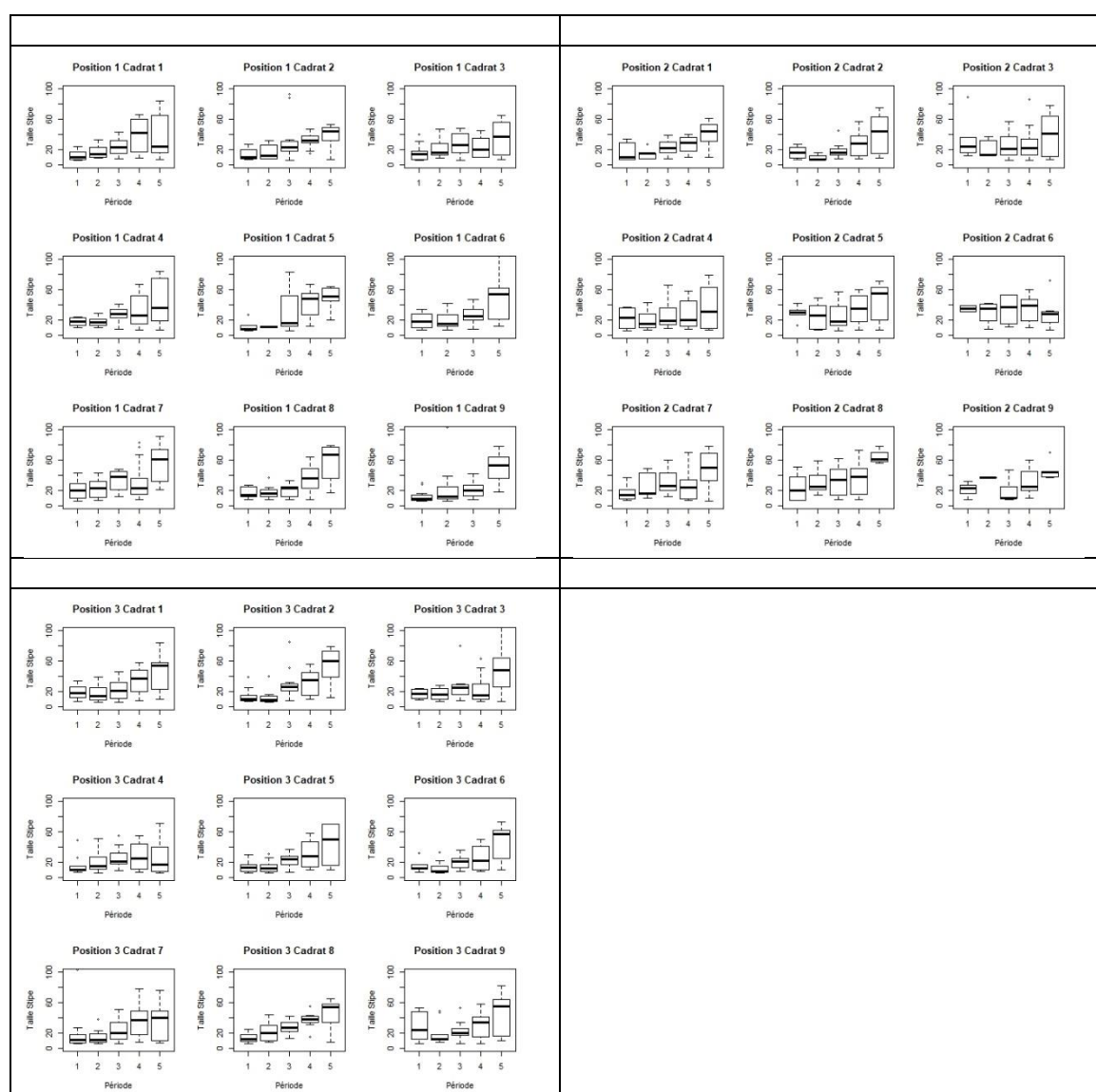


Figure 8: Site expérimental récolté en plongée ; répartition des plants selon la taille par sous-cadrat dans chaque position suivie pour les 5 dates échantillonnées.

1.2.2 Suivi dans le site exploité

Suite à la période d’exploitation de 2020, l’utilisation des données de géo-référencement des navires nous a permis d’identifier précisément la position des zones exploitées. Notre choix s’est porté sur la zone ayant la plus forte concentration de positions, tout en étant à proximité de la zone des Linious, point de référence. Dès la première plongée, nous avons immédiatement identifié trois trains au niveau du point Mazou. La prise en compte de la topographie au niveau des trains nous a permis d’en choisir une où nous étions assurés d’effectuer un suivi à long terme

de la croissance. Afin d'acquérir des données que l'on peut considérer comme indépendante, la distance entre chaque cadrat est d'environ 1.4 mètres. Après chaque cadrat échantillonné, nous déplaçons le cadrat de 2 fois sa longueur (Figure 4). A chaque suivi, un total de 11 cadrats est échantillonné le long de la traine que nous pouvons assimiler à un transect. Pour des raisons techniques, lors du dernier suivi, seuls 7 cadrats ont pu être effectué. Dans cette configuration, le volume de plants mesurés, ici près de 1000 (Tableau 2), permet comme précédemment de s'assurer de la robustesse des tendances observées.

La dynamique de population au sein de la zone exploitée est très similaire à celle observée en zone expérimentale (Figure 9). Ainsi, après la période de croissance en 2021, on observe bien l'augmentation de la densité de plants entre 20 et 40 cm. Puis au cours de l'année 2022, la formation progressivement d'un groupe de plants dont la distribution de la taille est comprise entre 45 et 80 cm et centré sur 60 cm environ au 15/09/2022. A cette même date, la densité de plant entre 20 et 40 a par contre fortement diminué. Comme dans la zone expérimentale, l'effet des plants qui commence à former la canopée semble influencer la croissance des plus jeunes. Il est difficile de comparer strictement les valeurs par classe de taille (Tableau 2) car la surface couverte est plus faible, mais on observe très clairement la reconstitution de la canopée. Par ailleurs, le fait que l'exploitation laisse en place un certain nombre de plants de grande taille, certains de plus de 80 cm au début (08/01/2021), amène à observer lors du dernier suivi des plants qui ont atteint une taille supérieure à 100 cm. Comme dans la zone expérimentale, la canopée s'est reconstituée en 2 années mais elle est toujours en cours de croissance. Dans cette configuration où seule la canopée est retirée par une exploitation, la population *L. hyperborea* qui reste en place montre une bonne capacité de résilience puisque celle-ci est à nouveau observable après 20 mois tout en étant toujours sur une dynamique de développement.

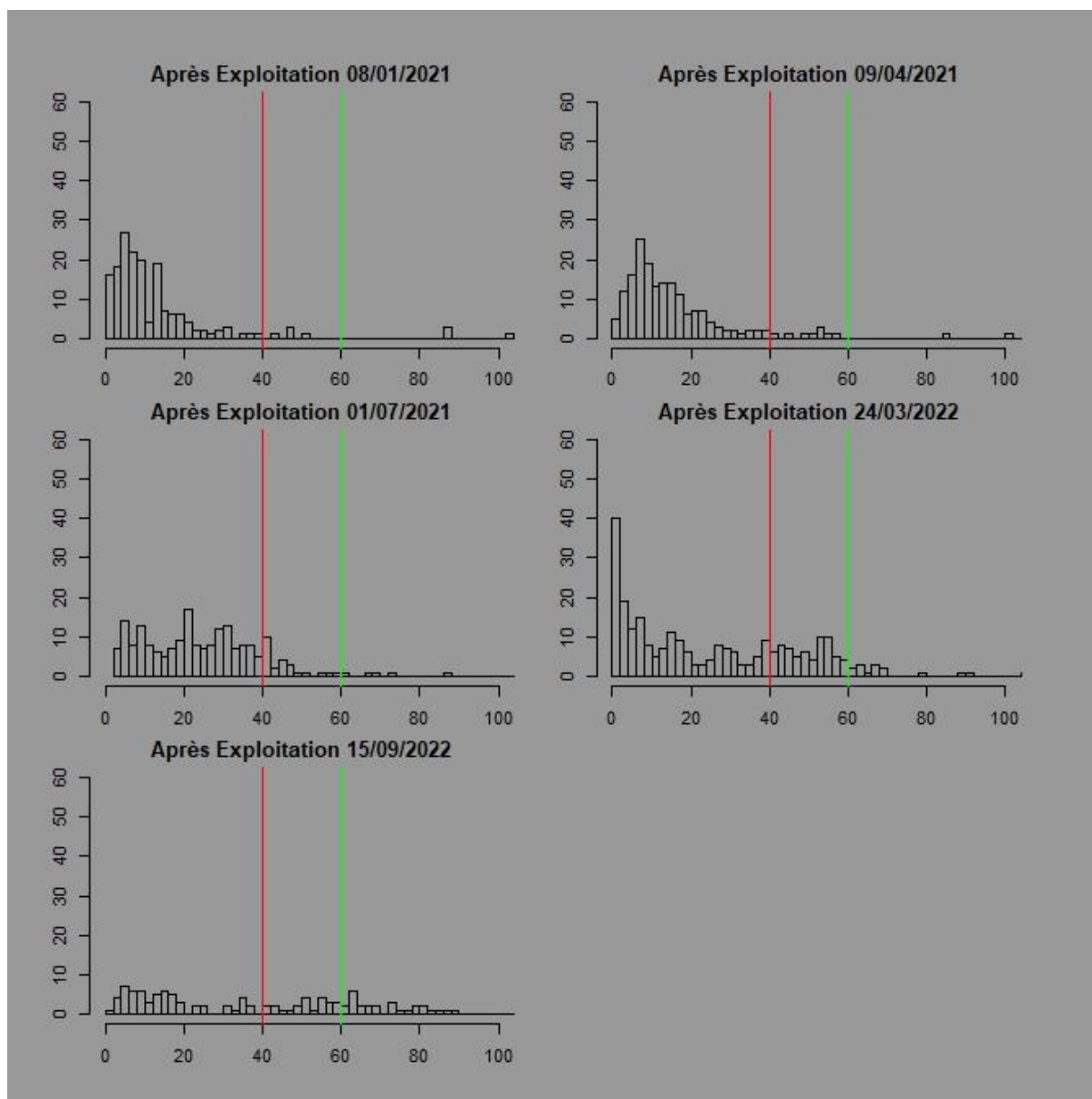


Figure 9: Site exploité, structure de taille dans la traîne à toutes les dates du suivi. La ligne rouge représente la taille minimale des plants dans les captures des professionnels. La ligne verte la taille d'entrée dans la canopée lorsqu'elle à l'équilibre.

Tableau 2: Effectif de plants par classe de taille à toutes les dates du suivi.

	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	90-100	110	120	+120	Total
08/01/2021	95	46	14	7	4	7	0	0	3	0	1	1	0	180
09/04/2021	66	64	26	11	3	6	0	0	1	0	1	3	1	182
01/07/2021	31	40	49	47	22	4	3	2	1	0	1	1	1	202
24/03/2022	90	39	23	25	35	34	11	2	1	2	1	2	3	268
15/09/2022	18	25	7	9	7	14	16	6	7	0	1	2	0	112

Dans cette zone exploitée, on observe également, que la dynamique de croissance s'observe de manière homogène sur l'ensemble des cadrats suivi (Figure 10). Les contraintes ou les caractéristiques du milieu sont les mêmes et les individus réagissent de la même manière.

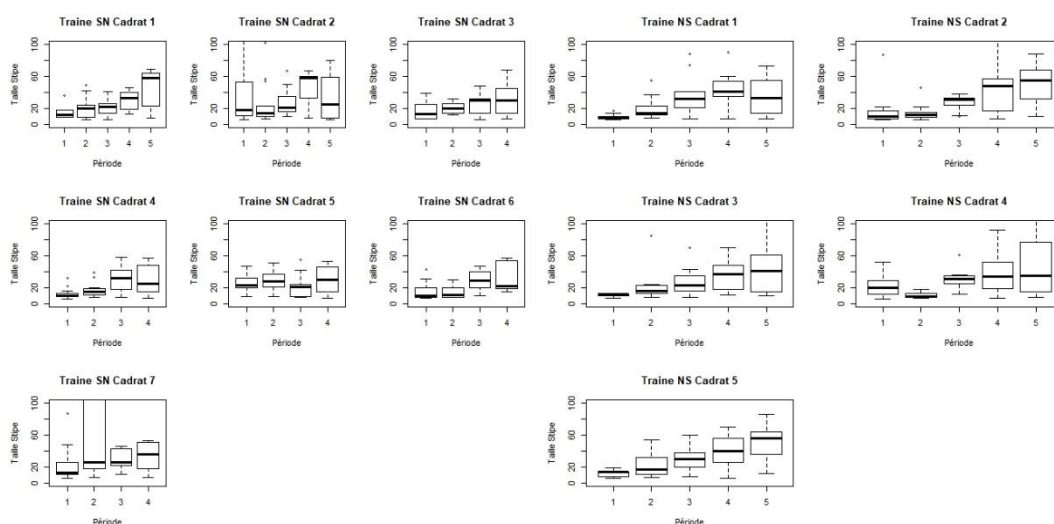


Figure 10: Site exploité, répartition des plants selon la taille par sous-cadrat pour les 5 dates échantillonnées

1.2.3 Comparer la densité de plants de la canopée avant et après l'exploitation expérimentale

Sur la zone dite expérimentale, l'intérêt d'avoir initié l'exploitation est de connaître l'état d'équilibre qui existait et notamment de la canopée (densité et biomasse). Après 20 mois, on observe que la canopée est en cours de reconstitution (paragraphe précédent). En janvier 2021, nous avions 100 individus pour l'ensemble des 3 carrés pour une canopée composée de plants de 60 cm. Après 20 mois, soit le 15/09/2022, le nombre d'individus est de 180, soit presque le double pour un début de canopée à 45 cm. Cette situation traduit une forte dynamique de croissance des plants laissés en place. La poursuite du suivi permettra de bien comprendre la manière avec laquelle la canopée retrouve son équilibre initial.

Parallèlement, l'utilisation de la relation taille-poids issue de nos travaux précédents permet une estimation de la biomasse à partir de la longueur des plants. Ainsi, pour ces mêmes individus de la canopée, l'estimation de la biomasse donne une valeur de 46 kg le 06/01/2021 et 38kg le 15/09/2022, 20 mois après exploitation (Figure 11). La biomasse n'est pas complètement reconstituée, mais la dynamique de croissance au cours de l'année 2022 est très forte. Une taille initiale à 45 ou 60 cm pour définir la canopée ne change pas la dynamique d'augmentation de la biomasse (Figure 11) qui est très forte au cours du printemps 2022.

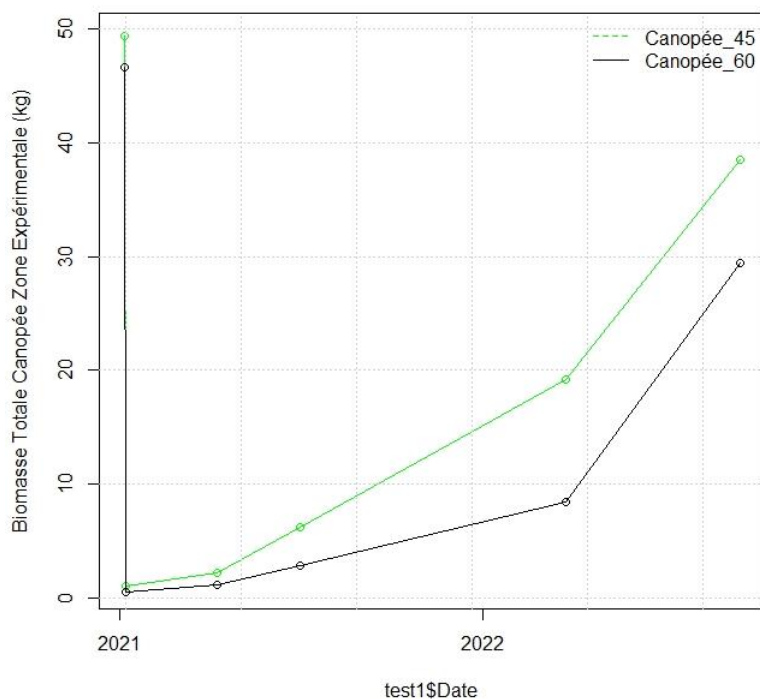


Figure 11: Biomasse de la canopée pour l'ensemble de la zone expérimentale selon un critère variable de taille de la canopée.

Le suivi tel qu'il est effectué permet de comparer l'évolution de la canopée entre la zone expérimentale et exploitée. En effet, dans chaque zone la surface d'échantillonnage élémentaire est le carré d'un demi-mètre carré. Pour caractériser le début de canopée, on applique comme précédemment une taille minimale seuil à 45 cm pour les stipes. Ainsi, nous pouvons proposer pour chaque zone, une valeur moyenne de biomasse de la canopée associée à un écart-type par demi-mètre carré. On observe très clairement que les tendances sont très similaires entre les deux zones avec une situation stable en 2021 puis une très forte augmentation au cours de l'année 2022 (Figure 12). Par ailleurs, la biomasse au demi-mètre carré est plus forte dans la zone exploitée car une petite partie des plants de plus de 45 cm ne sont pas récoltés par l'engin lors de son passage. En effet, l'engin bien qu'efficace, lors de son passage ne récolte pas la totalité des plants de plus de 45 cm qui sont présents.

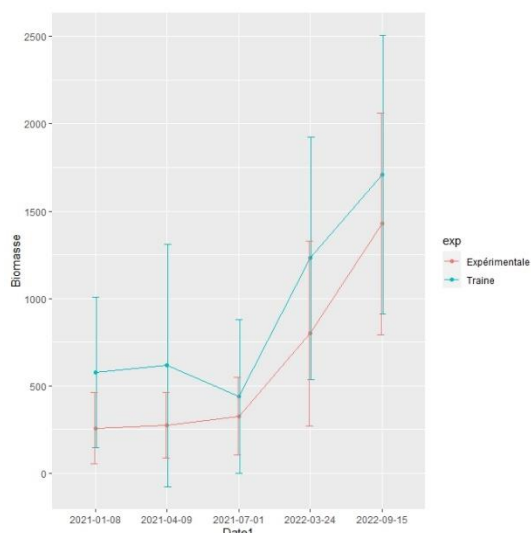


Figure 12: Biomasse moyenne (gramme) et écart-type par cadrat d'un demi-mètre carré en zone expérimental et exploité.

1.2.4 Comparer les vitesses de croissances / à la courbe établi

Au cours du dernier suivi en septembre 2022, quelques mesures individuelles de croissance ont été effectuées sur les plants de la canopée. Il s'est agi de mesurer en plus de la longueur totale du stipe, la longueur du stipe pour la partie rugueuse, cette dernière correspond à la taille avant le début de croissance annuelle soit en janvier. Ainsi, la différence donne une bonne estimation de la croissance annuelle. Pour une quinzaine de plants entre 65 et 75 cm de longueur de stipe, la croissance annuelle est comprise en 30 et 35cm. La comparaison avec la dernière courbe de croissance (Knab, 2021) obtenu suite un suivi régulier de plants bagués suggère que pour notre zone expérimentale, les valeurs de croissance sont très fortes (Figure 13) pour les plants âgés entre 2 et 3 ans ayant une taille autour de 30 cm. Ces quelques données individuelles permettent de bien comprendre et expliquer les fortes augmentations de biomasse observées précédemment à l'échelle de la zone expérimentale ou à l'échelle du demi-mètre carré. Pour rappel, les plants plus petits ou plus jeunes n'ont jamais une croissance annuelle absolue (gain de longueur) aussi élevée qui est caractérisée par le début de la courbe en rouge (Figure 13).

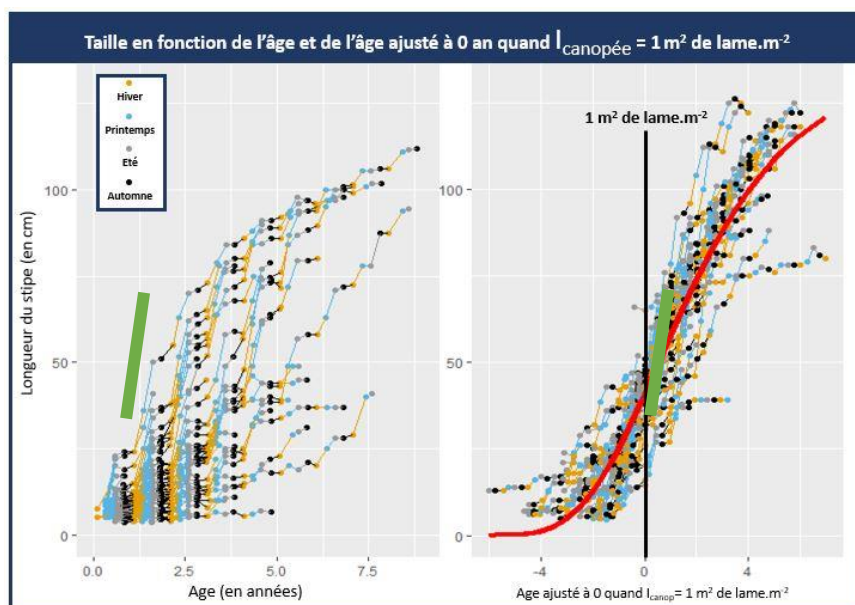


Figure 13: Courbe de croissance de *Laminaria hyperborea* et valeur obtenu par la présente étude (ligne verte).

2 Autres Sites Suivis

Au cours du projet Slamir, d'autres sites ont été suivis. Ces sites ont été regroupés par paire pour leur proximité géographique et environnementale. Par ailleurs, l'un des sites devait être exploité et pas l'autre afin d'avoir une situation considérée comme témoin vis-à-vis de l'exploitation. Nous avons ainsi les paires Men-Gwen/Les Rémeurs et Les Fourches/Les Linious. Une zone supplémentaire a été ajoutée en 2021, celle des Laz pour son fort niveau d'exploitation. Ce site est associé à la paire Men-Gwen et Rémeurs.

2.1 Men-Gwen / Les Rémeurs / Les Laz

Le site de Men Gwen, à l'ouest de l'île de Molène a été choisi après discussion avec les goémoniers en 2017. Il s'est avéré que l'exploitation a été faible (0.06 %) et très peu de traces franches d'exploitation ont pu être identifiées au cours de l'année 2019. Ainsi les données initiales décrivent une population très stable avec la présence d'une canopée très bien établie au-dessus de 60 cm et la présence de très jeunes plants (Figure 14, 12/09/2019). Au cours de l'hiver 2019-2020, une situation non expliquée a mené à la disparition complète de toute la canopée et quasiment tous les plants de plus de 10 cm (30/07/2020) sur plusieurs hectares. Une telle situation était tout à fait inattendue sans aucune mesure avec les impacts d'une exploitation ou d'un hiver avec de fortes tempêtes, il n'y avait plus rien ! Malgré tout, les suivis en 2021 et 2022 permettent de voir la reconstitution de la population. La dynamique observée (à partir de 840 mesures) est similaire à celle du Mazou (paragraphe précédent). Ainsi, entre avril 2021 et 2022, la croissance est très significative avec de nombreux plants dont la taille est supérieure à 40 cm et même 60 cm. Au cours du printemps et sans doute un peu en été, la croissance s'est poursuivie et certains plants ont atteint une taille supérieure à 70 cm (Figure 14, 19/10/2022). La canopée est en cours de développement. En prenant comme valeur seuil 45cm pour les stipes, la biomasse de la canopée en reconstitution a une valeur moyenne 1100 g par demi-mètre carré et un écart-type proche de 1000. Ces chiffres sont inférieurs à ceux mesurés à Mazou en lien avec une densité de plans un peu plus faible, mais la situation initiale est moins favorable. Pour comparaison, en 2014 un point de suivi pour contrôler l'impact des tempêtes exceptionnel de cet hiver se situait à un demi mille au sud de Men Gwen. Les biomasses au mètre carré de la canopée variaient de 4 à 8 kg pour une moyenne proche de 6.5 kg. On peut actuellement faire l'hypothèse que la dynamique actuelle de croissance a permis de reconstituer un tiers de la biomasse. L'hiver et le printemps prochain devraient permettre de recouvrir près de 80% de la biomasse.

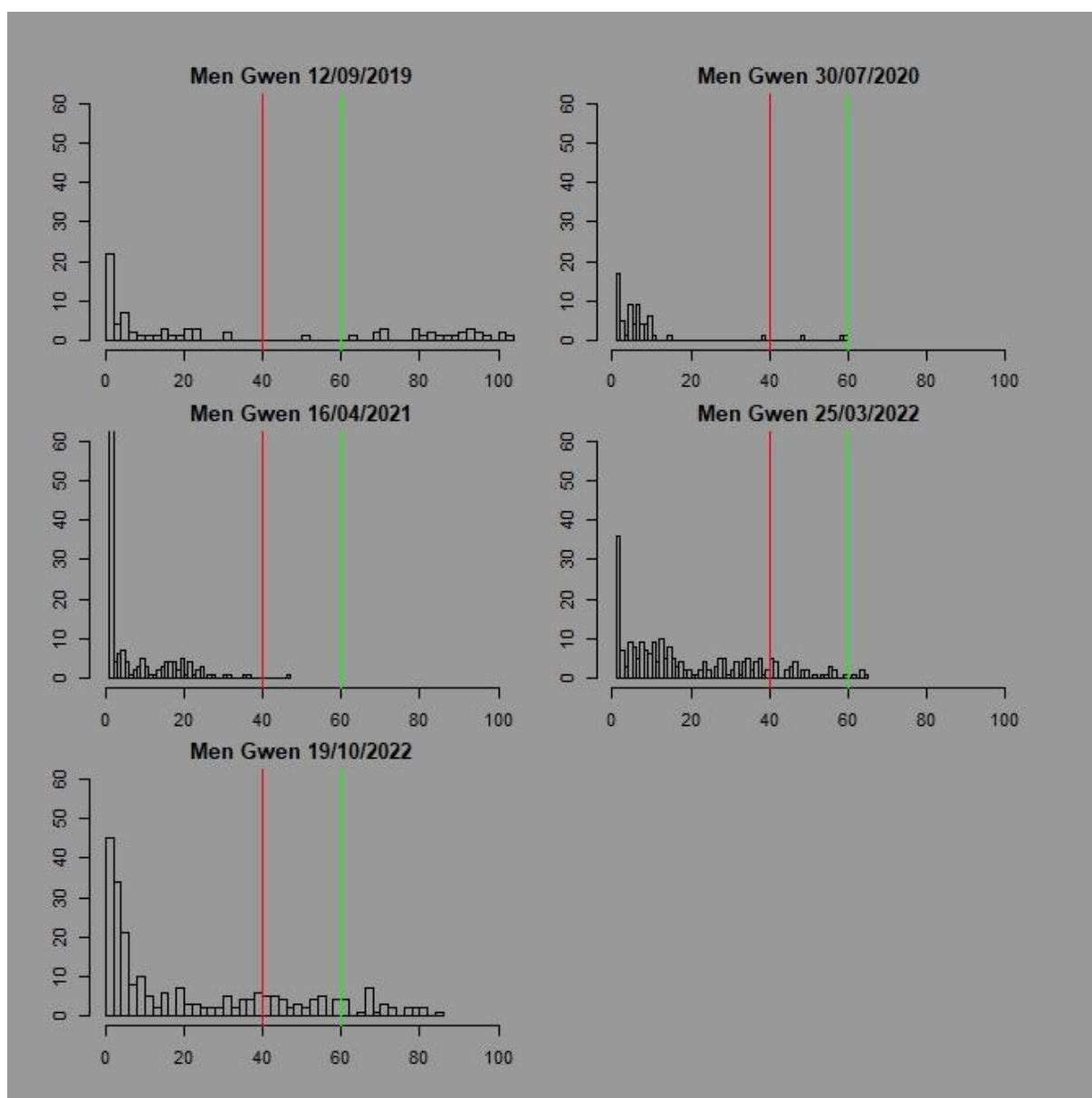


Figure 14 : Structure de taille de la population d'*Hyperborea* au niveau de Men Gwen suite à 5 suivis. La ligne rouge représente la taille minimale des plants dans les captures des professionnels. La ligne verte la taille d'entrée dans la canopée lorsqu'elle a l'équilibre.

La zone des Rémeurs se situe dans une zone où l'exploitation de *L. hyperborea* est interdite. Cette zone est de ce fait une référence pour suivre la dynamique de la population. Comme précédemment, les modifications des plannings (ajout du site des Laz) n'ont pas permis de réaliser de suivi en 2021. Les deux suivis de 2019 et 2020 permettent de montrer la situation d'équilibre de ce site où une canopée constituée de grands plants (plus de 100 cm) est en place (Figure 15). Cette canopée contrôle ou limite le développement des plants plus jeunes ou plus petits. En s'appuyant sur le travail effectué sur les Laz plus à l'Est, on montre que cette situation d'équilibre est vérifiée en 2021 (Figure 16). En effet, ces deux sites sont très proches avec des dynamiques similaires liées à un environnement très comparable. Sur le site des Laz, comme précédemment sur le site de Mazou, on observe l'impact de l'exploitation puisque seuls quelques plants de la canopée restent en place après le passage de l'engin. Le parallèle entre les deux sites permet d'indiquer que l'équilibre d'une population en présence d'une canopée perdure dans le temps en l'absence d'exploitation ou de changement de l'environnement. La perte des plants de la canopée suite à

des tempêtes ou autres permet à de jeunes plants de grandir et d'intégrer celle-ci. Au niveau de la canopée qui reste stable, existe un flux équilibre entre les plants qui meurent et ceux qui arrivent.

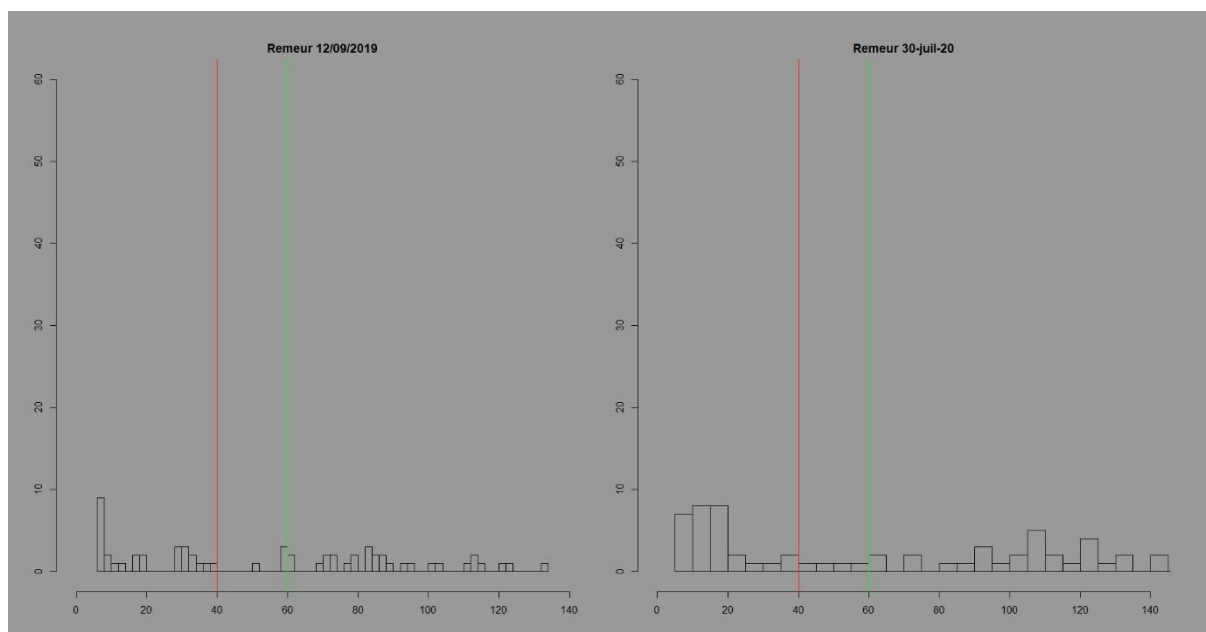


Figure 15 : Structure de taille de *Laminaria hyperborea* sur le site des Rémeurs. La ligne rouge représente la taille minimale des plants dans les captures des professionnels. La ligne verte la taille d'entrée dans la canopée lorsqu'elle a l'équilibre.

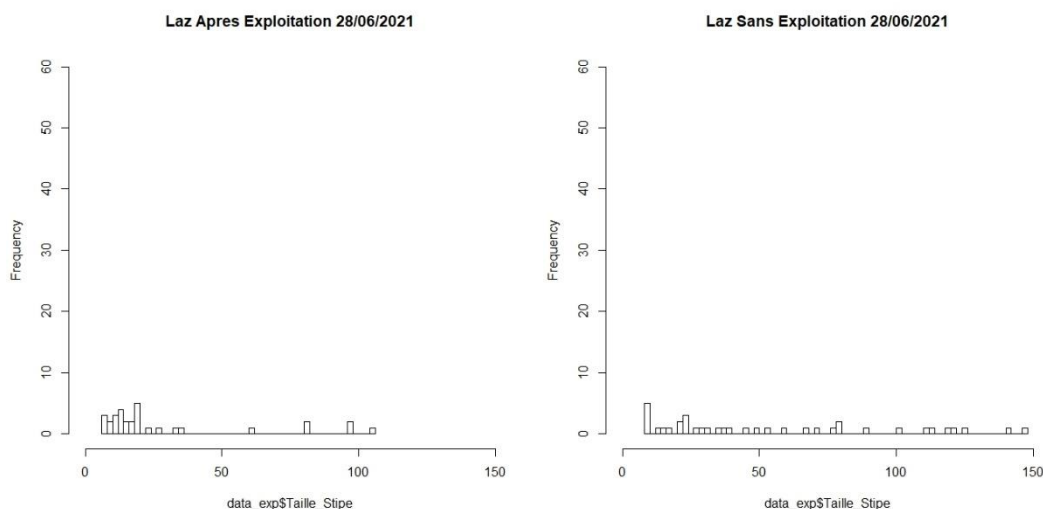


Figure 16: Structure de taille de *Laminaria hyperborea* sur le site des Laz, zone exploitée et non exploitée.

2.2 Fourches / Linious

Sur ce site, les confinements successifs de 2020 n'ont pas permis de mener le travail de l'équipe Ifremer initialement prévu et qui a donc été déployé sur le site du Mazou. Ce site a été exploité en 2019 (Bande ouverte), nous avons donc prévu d'initier un travail en début 2020 comme mis en place sur le site du Mazou. Une première plongée en janvier 2020 avait permis d'identifier une zone travaillée avec des traines. Mais le mauvais temps et ensuite le Covid a reporté la mise en place du suivi. Ce n'est qu'en septembre 2020 que nous avons pu réellement travailler. Aussi, la reprise de la croissance durant l'hiver et le printemps 2020 n'a pas permis de se repositionner très précisément au niveau d'une traine suite à l'exploitation d'octobre 2019. Aussi, le choix a été de faire un suivi global au niveau d'une zone exploitée. Pour cela, à partir d'un point de départ, selon un cap de déplacement, 2*10 cadrats d'un demi-mètre carré ont été échantillonnés le long de deux transects de 20 mètres espacés de 5 mètres. En ce faisant, nous avons échantillonnées des cadrats ayant été exploités et d'autres non. Le même protocole a été appliqué lors du second suivi en avril 2022. Globalement, on retrouve une structure de taille relativement stable bien que la densité de plants entre 50 et 75 cm ait augmentée durant la période (Figure 17). Sans exploitation entre ces deux dates (jachère en place), la canopée est en cours de reconstitution, même si celle-ci a toujours été présente à l'échelle de la zone suivie.

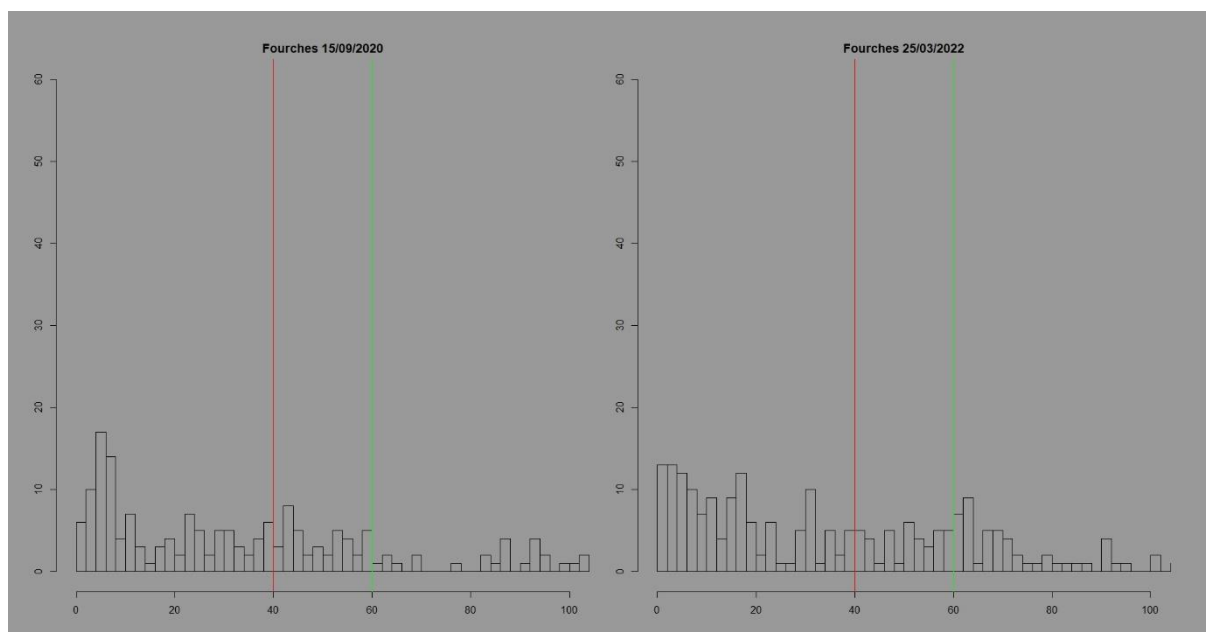


Figure 17 : Structure de taille de *Laminaria hyperborea* sur le site exploité des Fourches. La ligne rouge représente la taille minimale des plants dans les captures des professionnels. La ligne verte la taille d'entrée dans la canopée lorsqu'elle a l'équilibre.

La zone de référence non exploitée à proximité est le site des Liniou. Il se situe un peu au Nord de la sortie du port de Lanildut. Ce site est suivi dans le cadre du Rebent depuis plusieurs années et montre une stabilité de sa structure en taille (Figure 18). Cette dernière est très similaire au site du Mazou (Figure 5) avant l'exploitation expérimentale. Le site des fourches est une zone exploitée depuis de nombreuses années où la canopée en place n'a vraisemblablement pas le temps d'atteindre son équilibre globale en comparaison des sites Mazou et Liniou. De plus, bien que proche, le site des Fourches est plus au Sud et peut subir des contraintes environnementales différentes générant des situations d'équilibres différents.

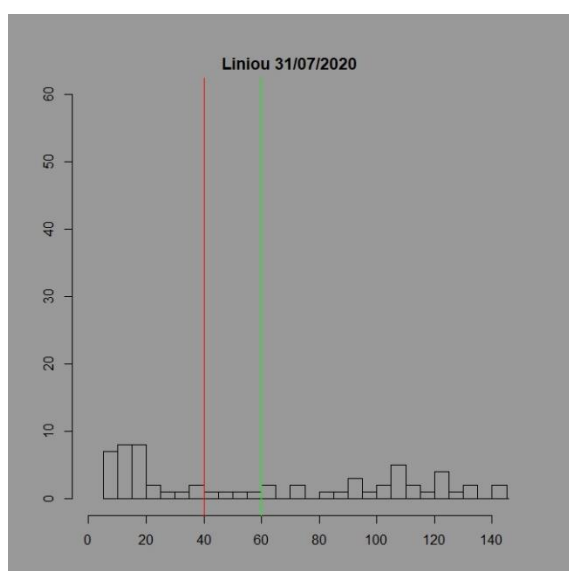


Figure 18: Structure de taille de la population de *L.hyperborea* sur le site des Liniou.

3 Taux exploitation

Afin de caractériser le niveau d'exploitation des sites exploités, l'analyse des données de géolocalisation et celles des modèles prédictifs de biomasse ont été précieuses. La VMS, ayant été rendue obligatoire en mai 2019, seules les années 2019, 2020 et 2021 ont pu être analysées.

3.1 Données disponibles

Concernant les données de biomasse, une cartographie prédictive de biomasse de *L. digitata* et *L. hyperborea* avait été publiée en 2015, suite à un important travail de terrain entre 2010 et 2012 (Bajjouk et al, 2015). Cette cartographie a été actualisée et étendue à l'ensemble de la Bretagne au cours du projet IDEALG et du projet MAHRA. En effet, un travail spécifique a été effectué sur la période 2018-2020 pour proposer une estimation de la biomasse à l'échelle de la Bretagne pour *Laminaria digitata* et *hyperborea*. Ce travail s'est basé sur une première étude à l'échelle de l'archipel de Molène (Touria et al., 2015). Nous avons continué cette collaboration avec l'unité Dyneco et l'aide d'une personne recrutée en CDD (Fernando Tempera). Ce travail a tout d'abord nécessité une longue acquisition de données de terrain au cours des étés 2018 et 2019 (80 plongées entre Saint Malo et Quiberon) (Tempera et al. 2020) puis l'acquisition des données environnementales (biotique et abiotique) issues de séries de mesures (Lidar) ou de modèles (Mars 3D). Plusieurs modèles (GLM, GAM, RANDOM FOREST) expliquant les valeurs de biomasse en fonction des variations environnementales ont été ajustés. Le résultat final en terme d'estimation de biomasse est un mixte de plusieurs modèles. Ce travail s'intègre complètement dans deux dimensions, d'une part l'obtention d'une estimation robuste des valeurs de biomasse afin d'ajuster au mieux les règles de gestion et le niveau de récolte aux potentiels de la ressource et d'autre part dans la compréhension de l'impact du changement climatique sachant qu'à l'échelle de la Bretagne plusieurs éco-régions sont clairement identifiées.

Actuellement, les données relatives à ce travail d'estimation de la biomasse à l'échelle de la Bretagne et à l'échelle des zones de récolte (principalement dans le nord Finistère) ne sont pas publiables pour des raisons de modalité de présentation des résultats. Néanmoins, il est possible d'agréger les données à l'échelle du PNMI afin de proposer un regard plus fin sur la répartition de l'effort et le niveau d'exploitation. L'échelle de travail que nous pouvons appliquer est utilisation d'une grille de 1' par 1' ce qui représente une maille d'environ 1*2 km orienté du nord au sud. A cette échelle, nous pouvons agréger les données issues du modèle de biomasse (Tempera, et al, 2020).

Parallèlement, le fait que l'ensemble de la flottille goémonière soit depuis 2019 géo-référencée permet de bien connaître la manière dont elle se répartit sur les zones de récolte. Le développement d'un algorithme de traitement de ces données géo-référencées permet d'estimer finement la carte de répartition spatiale de l'effort de récolte selon une grille similaire à celle utilisée pour le modèle de biomasse, maille de 1'*1'. Cet algorithme permet de reproduire toutes les marées des navires. Puis, l'analyse des vitesses horaires au cours de la marée permet selon des règles de décision d'attribuer cette heure de mer à de l'effort de récolte ou à un temps de transit.

Pour proposer un indice relatif au taux d'exploitation, il est aussi nécessaire d'appliquer des règles d'attribution de la récolte journalière. En effet au cours d'une journée, un goémonier peut être actif dans plusieurs mailles. Aussi, la règle retenue est la plus simple à savoir que nous répartissons la récolte par maille au prorata du temps passé dans ces mêmes mailles. Cette hypothèse considère qu'à l'échelle de la journée le rendement est homogène tout en sachant que ce n'est

pas tout à fait exact puisque de nombreuses contraintes s'appliquent au pêcheur (houle, courant, vent, coefficient de marée). Ainsi, la répartition de la récolte est effectuée par navire et à la journée. Puis à l'échelle de la campagne (janvier à mai puis septembre à décembre), la récolte est agrégée sur toutes les mailles ayant été exploitées.

Le taux d'exploitation est défini comme le rapport entre la part récoltée dans une maille et la biomasse estimée dans cette même maille. Ces indices sont dépendants du travail décrit précédemment. Aussi, la moindre amélioration des approches permettra une amélioration du diagnostic sur l'activité de récolte. Actuellement, la règle définie est de s'assurer que le taux d'exploitation par bande de gestion ne passe pas un seuil d'environ 14%, soit une récolte de 140 tonnes pour une biomasse de 1000 tonnes sur une période de trois ans. En effet, la récolte a lieu une année n puis la maille est fermée durant 2 ans et ne peut reprendre que l'année $n+3$. Les deux années de fermeture permettent la reconstitution de la biomasse exploitée soit la canopée.

3.2 Le bilan lors de la période 2019-2021

Après 3 ans, soit un cycle complet d'exploitation sur l'ensemble des mailles au sein du PNMI, il est possible de dresser un premier bilan (Figure 19). Globalement, la plupart des mailles ont un taux d'exploitation faible moins de 10 %. Néanmoins, on observe également que 7 mailles ont un taux d'exploitation de plus de 15% (Figure 20). Au sein de celles-ci, se situent les trois mailles qui couvrent la majorité de la zone des Laz (suivie uniquement en 2021) (Tableau 3). Pour les autres zones que nous avons suivies au cours du projet SLAMIR, seule la zone des Fourches a un niveau d'exploitation qui est à la limite de 14% (suivie de 2019 à 2021).

Ces valeurs sont estimées à l'échelle d'une maille de 2 kilomètres. Aussi, on peut supposer que la topographie particulière de certaines mailles entraîne une concentration de la récolte sur des surfaces plus accessibles à l'engin de pêche. En travaillant à une échelle encore plus fine que la maille, le taux d'exploitation est sans doute plus fort en certain point et plus faible à d'autres.

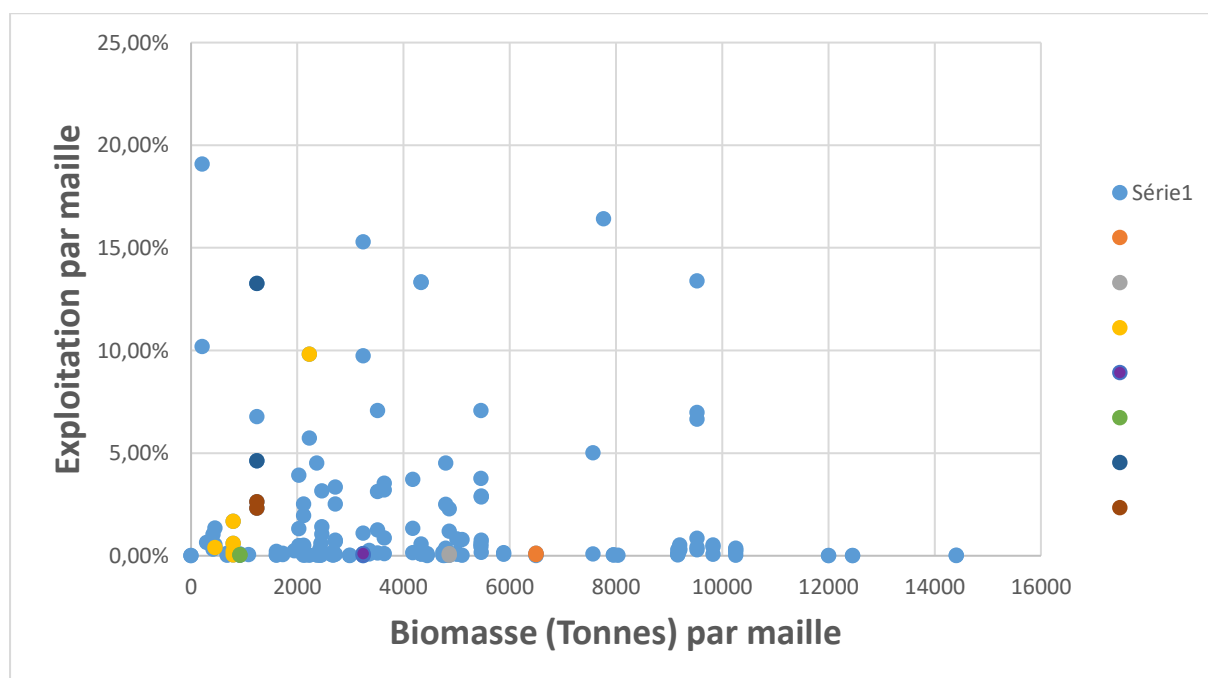


Figure 19: Taux d'exploitation pour l'ensemble des mailles exploitées au sein du PNMI.

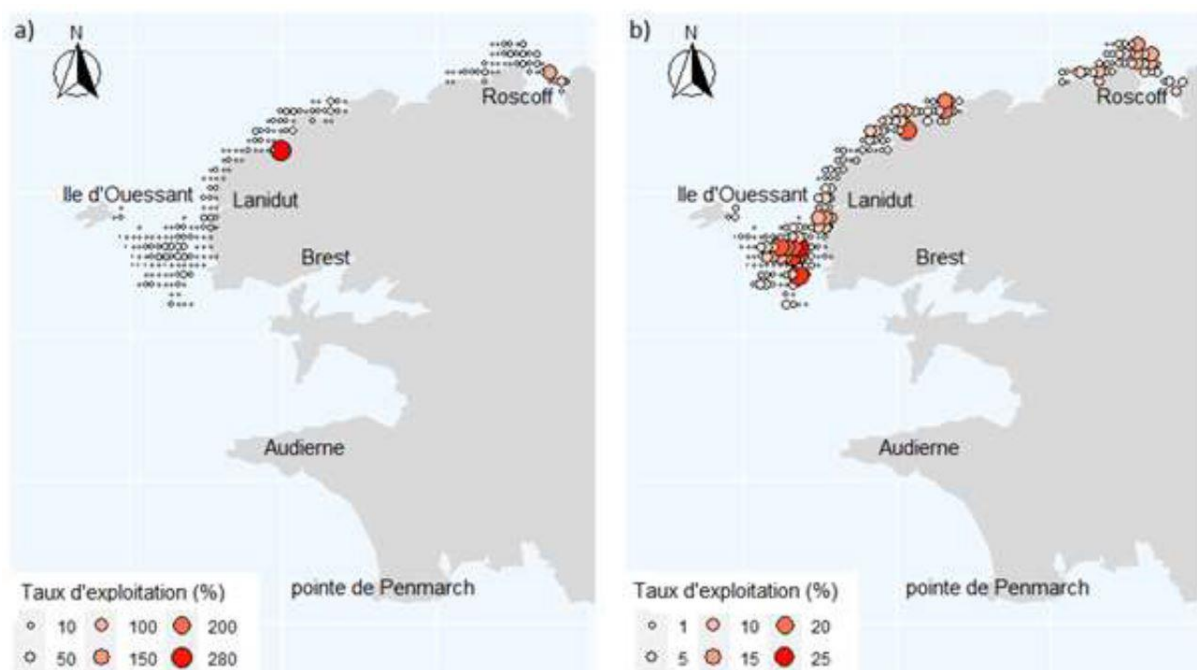


Figure 20 : Répartition spatiale du taux d'exploitation 2019-2020 pour *L. hyperborea* ?

Tableau 3 : Taux d'exploitation des mailles où les différents points de suivis ont été effectués.

		Petit taureau	Aviron	Men Gwen	Les Remeurs	Les Fourches	Les Linious	Les Laz	Sein	Nord Lanild
Biomasse (Tonnes)		9190	4171	14407	8500	9252	3311	8804		1378
Taux d'exploitation										
2019	Saison 1	0	0	0	0	3,58%	0	0	0	0
	Saison 2	0,27%	0	0	0	10%	0	0	0	0,89%
	Global	0,27%	0	0	0	13,58%	0	0	0	0,89%
2020	Saison 1	0	3,72%		0,08%	0,3%	3,75%	0	0	1,55%
	Saison 2	0	1,32%	0	0	0,7%	0,9%	0	0	4,18%
	Global	0	0	0	0	1%	4,65%	0	0	5,73%
2021	Saison 1	0,52%	0	0	2,11%	0	0	10,15%	0	0
	Saison 2	0,32%	0	0,02%	0,42%	0	0	12,48%	0	0
	Global	0,82%	0	0,02%	2,53%	0	0	22,63%	0	0
Moyen 2019/20/21	Saison 1									
	Saison 2									
	Global									

Les zones des Rémeurs et des Linious interdites à l'exploitation se trouvent au sein de maille dont une partie est ouvert à l'exploitation. C'est pourquoi, les taux d'exploitation n'y sont pas nuls.

A l'échelle des bandes de gestion, le taux d'exploitation est plus bas. En effet, pour diverses raisons, l'activité n'a pas lieu dans toutes les zones (Tableau 4). La distance entre les zones de

récolte et le port est pris en compte afin de limiter les dépenses de carburant ou le temps de route nécessaire. L'exposition des zones de récolte au courant et à la houle ou la topographie du fond sont autant de paramètres qui définissent les critères pour sélectionner un lieu de récolte. Aussi, une zone comme les Laz que l'on peut définir comme très accessible et pourvu d'une belle biomasse est exploitée plus intensément que d'autres zones tout aussi abondantes mais moins accessibles.

Il faut noter que le bilan présenté ici est très dépendant d'un travail de modélisation de la biomasse à partir de données terrains acquises en 2018 et 2019. On peut toutefois considérer ces résultats comme des valeurs moyennes qui permettent d'établir un bon tableau de bord de la situation. Il faut garder à l'esprit le fait que des événements majeurs peuvent intervenir comme dans l'ouest de Molène (Men Gwen) et engendrer une modification de la situation durant quelques années, en l'occurrence la très forte baisse de la biomasse.

Tableau 4 : Taux d'exploitation pour la période 2019-2021 des bandes de gestion de *Laminaria hyperborea* au sein du PNMI.

Bande au Sein PNMI	Récolte (Tonnes)	Biomasse (Tonnes)	Taux Exploitation
18_1	419	12099	3,5%
18_2	1117	21672	5,2%
18_3	521	22939	2,3%
19_0_2	155	5212	3,0%
19_0_3	5688	54503	10,4%
19_E_1	2211	19336	11,4%
19_E_2	1658	25140	6,6%
19_E_3	290	12651	2,3%
19_O_1	170	8175	2,1%
20_E_1	106	3141	3,4%
20_O_1	6315	72498	8,7%
20_O_2	2935	51029	5,8%
20_O_3	510	56520	0,9%
21_O_1	1964	50818	3,9%
21_O_2	802	30230	2,7%
21_O_3	118	15693	0,8%
22_O_1	160	14845	1,1%

4 Conclusion

En tenant compte de l'ensemble des suivis et des mesures que nous avons effectuées sur les différents sites d'études Slamir, il ressort que l'étude de la ressource dans une zone exploitée, selon le protocole mis en place, donne des résultats différents, sans pour autant vouloir dire qu'ils soient contradictoires. On peut ainsi préciser que l'on obtient alors **deux visions**, l'une **globale** à l'échelle de la zone (échantillonnage aléatoire, pas forcément dans les traces où l'engin de récolte est passé) et l'une très **locale**, au niveau des mètres carrés exploités (échantillonnage ciblé, non aléatoire).

Ainsi, sur le site des Fourches, où un suivi n'a pu se mettre en place qu'une année après exploitation pour l'équipe Ifremer, il est difficile de caractériser clairement l'état de la population ayant été précisément exploitée. Sans position précise des traces d'exploitation, avec une croissance ayant repris, il est très difficile de pouvoir qualifier qu'un cadmat que l'on déploie soit positionné sur le passage d'un engin ou à l'extérieur. Ceci est d'autant plus vrai qu'une canopée, même à l'équilibre n'est pas homogène, en certains endroits elle peut être plus ou moins dense. Cette situation est aussi liée à la gestion en place, avec un taux d'exploitation qui est limité par les quotas et qui se trouve globalement faible à l'exception de quelques mailles (taux entre 15 et 20 %). Aussi, sans un travail initié dès la fin d'une exploitation et positionné très précisément dans la zone de passage d'un engin, un suivi tel qu'aux Fourches donne une **vision globale** de la structure de taille d'une zone exploitée. Néanmoins dans le cas des Fourches, le résultat est clair et donne une structure de la canopée moins bien définie et la forme bimodale classique (canopée et sous-canopée) d'une population de *L. hyperborea* ne se retrouve pas précisément. Une telle conclusion ou observation doit permettre de qualifier une zone comme étant soumise à une pression, soit une exploitation comme les Fourches avec un taux d'exploitation de 14% ou une pression environnementale comme Men Gwen a connu en 2020.

Sur le site des Laz et de Mazou, un travail spécifique dans la traine, où l'engin est passé, caractérise très finement l'action de récolte. Ce travail se positionne dans cette **vision locale** de l'exploitation. En l'occurrence, les plants d'une taille inférieure à 40 cm de longueur de stipe ne sont pas exploités et l'ensemble de la canopée est récolté donc disparaît à l'exception de quelques plants qui sont épargnés en passant sous l'engin. La diminution de la biomasse est ainsi très forte et immédiate entre 80 à 85% à l'endroit précis de l'exploitation, soit au sein de la traine du peigne. En associant le taux d'exploitation à ces résultats, au sein d'une maille de gestion ouverte, l'exploitation se distribue sur moins de 10% de la surface (taux d'exploitation < à 10%) mais jusque 20 % pour quelques mailles. Les 80 à 90 % restant ne sont pas impactés ou très faiblement. Cette situation correspond au temps t0 juste après exploitation que l'on pourrait relever ou caractériser sur le terrain comme « présence de la canopée ou non ». D'un point de vue de l'habitat, ces zones exploitées sont très clairement identifiables quelques jours jusqu'à quelques mois après exploitation selon les conditions du milieu et la période de l'année. C'était tout à fait le cas dans nos deux sites : 1- les crampons, n'ayant pas été prélevés, sont très visibles puisque que l'on voit le cylindre blanc de la base du stipe et 2- lorsque l'ensemble du plant est prélevé, crampon compris, la roche est vraiment visible, formant des tâches plus claires que les algues à proximité.

Notre suivi dit **local** du site du Mazou montre une reprise rapide de la croissance pour les plants restant en place après exploitation. Cette situation est à la fois liée à la croissance des plants et à leur densité. Dans le cas de ce site, 20 mois après une exploitation expérimentale, la canopée est reconstituée. Par contre la biomasse ne représente que 75 ou 65 % de la biomasse initiale selon

la hauteur seuil que l'on considère pour la canopée (45 ou 60 cm de longueur de stipe). Dans le cas de la zone exploitée par le peigne, les valeurs de biomasse sont un peu plus fortes car l'engin épargne quelques plants de la canopée. Dans un contexte différent, le site de Men Gwen montre une dynamique similaire après la disparition complète de canopée pour une cause inconnue, mais peut être liée à une épizootie. La différence notable est liée à la situation initiale de ce site puisque seules les recrues (plants de moins de 10 cm) avaient survécu ou ont poussé après la période de mortalité. La population restante était donc plus faible en nombre et en taille que le site du Mazou, aussi le temps pour revenir à une situation d'équilibre avec une canopée en place stable et un peu plus long.

Il faut retenir de l'étude de ces sites, qu'une forte dynamique de croissance est enclenchée après la disparition de la canopée pour les plants restant en place. Aussi, l'exploitation ou tout autre événement perturbant cette population n'anéantit pas la dynamique de croissance. Au contraire, il semblerait que les niveaux de croissance individuels soient supérieurs pour de nombreux plants âgés de 2 à 3 ans ou de 30 cm en comparaison des courbes de croissance établies au sein de population stable, c'est-à-dire non soumise à des multiples pressions. Cette dynamique de croissance traduit une forte résilience de ce milieu.

Le projet SLAMIR a permis aussi de réaliser une synthèse de l'ensemble de l'activité goémonière dans le PNMI, montrant que certaines zones sont exploitées à des niveaux plus forts que d'autres. Il conviendrait de suivre celles avec les taux les plus élevés selon un protocole apportant une **vision globale** sur le long terme pour caractériser l'état d'équilibre de ces populations comparativement à des zones moins ou pas exploitées. En parallèle, des suivis avec une vision très locale (trace de peigne) permettraient de qualifier la dynamique de croissance et assurer qu'il n'y ait pas de tendance négative dans le temps.

Par ailleurs, l'intérêt de suivre aussi des zones moins ou pas exploités doit permettre de mieux comprendre les variations naturelles de cette population et mieux appréhender et caractériser les phénomènes de fortes mortalités qu'ils soient dus à des perturbations environnementales ou non. Dans ce cadre, une réflexion doit avoir lieu pour définir le nombre de localisation à suivre suivant l'un des modes opératoires développés dans le présent projet. Le travail de terrain devrait être articulé autour d'un mixte entre les protocoles à une vision locale ou globale pour un nombre limité de sites et une approche allégée permettant de suivre un grand nombre de points sur une large distribution spatiale. Une approche allégée signifie un protocole allégé qui consisterait à faire uniquement un suivi de canopée, facile et rapide à mettre en place traduisant bien l'état de la population. La mer d'Iroise étant une zone de jonction océanographique particulière, elle doit être dotée d'un tel suivi.

Enfin, les résultats présents montrent une reconstitution de la canopée en 20 mois sans que la biomasse soit complètement reconstituée. En toute vraisemblance après 30 mois, ce devrait être le cas, pour le confirmer, l'équipe d'Ifremer continuera en 2023 le travail sur le site du Mazou et Men Gwen. Aussi, ces résultats doivent être pris en compte par les gestionnaires et les exploitants afin de s'interroger sur les règles de gestion actuellement en place pour *L. hyperborea*. Il s'agit d'ici là de se pencher sur l'exploitation de printemps avec un retour sur les zones n'ayant pas encore complètement retrouvées toute leur biomasse et à une période où tous les plants ont leur nouveau thalle en développement, soit de petite taille qui entraîne une faible capturabilité et une faible efficacité de l'engin de récolte.

Il faut globalement retenir la très forte dynamique de croissance de cette espèce et le retour à une situation d'équilibre en seulement quelques mois suite à des perturbations. Nous avons vu

que ces perturbations sont de plusieurs natures, exploitation ou environnementale (nécrose). Pour bien suivre comprendre ces dynamiques, il convient de fixer des suivis à long terme et poursuivre les efforts entrepris.

5 Références :

Bajjouk T., [Rochette S.](#), [Laurans M.](#), [Ehrhold A.](#), Hamdi A., Le Niliot P. (2015). Multi-approach mapping to help spatial planning and management of the kelp species *L. digitata* and *L. hyperborea*: Case study of the Molène Archipelago, Brittany. *Journal Of Sea Research* (1385-1101) (Elsevier Science Bv), 2015-06, Vol. 100, P. 2-21, <https://doi.org/10.1016/j.seares.2015.04.004>

Gerard L. (2018). Long term monitoring of two populations of *Laminaria hyperborea* in Brittany (France): estimation of demographic parameters, individual growth and dynamic. Stage Master 2, Sorbonne Université.

Knab L. (2021). Outils de suivi des populations de *Laminaria hyperborea* et influence de la canopée sur la croissance individuelle. Stage Master 1, IUEM.

Tempera F., [Laurans M.](#), Bajjouk T. (2021). Kelp distribution in Brittany: A sampling scheme considering the environmental space and existing data. Rapport RBE/STH/LBH 2021-1. 39p.