



Programme visite Norway – Mai 2016

1 Day one

Accompagnement par Geir (+47 47648 669)

1.1 Marine Harvest, Krekling

Marine harvest est une société aquacole mondiale dont certains sites se situent en France, en Irlande et en Norvège. Pour la Norvège, il existe environ 200 sites d'exploitation. La ferme que nous avons visitée est une petite unité ; Elle possède 16 cages pour 1.7 million de poissons.

Ces saumons entrent dans les cages à un poids de 100g en septembre pour en sortir à environ 5 Kg en décembre de l'année suivante. L'exploitation se fait sur 2 sites : un site dans un fjord profond de 150m avec 80m sous les cages, mais plutôt étroit pour les jeunes de 100g jusqu'à 1.1 Kg. La température de l'eau est de 8°C actuellement mais peut aller de 4 °C en hivers à 15°C en été. La croissance est importante car elle se fait de septembre à juin pour atteindre les 1.1 Kg. Le taux de transformation est de 1 lorsqu'ils sont jeunes. L'aliment est actuellement composé de 70 % de farines végétales alors qu'il y a 10 ans c'était encore de 80% de farine animale. Les cages sont des vieux modèles mais très bien entretenus et seront changées l'année prochaine par des polar circle, moins faciles à travailler, mais plus robustes.



Les filets sont imprégnés d'antifouling rouge et dans ces conditions tiennent environ 8 mois sans être changés, ce qui correspond au cycle sur cette station. Il existe également des automates qui nettoient les filets dans le cas de fouling trop important.

Les poissons morts tombent au fond des cages et sont récupérés dans des chaussettes suffisamment longues pour être tirées par-dessous grâce à un bout et traitées sur le navire stabilisé à proximité; Il n'y a pas besoin de plonger.

Un distributeur automatique par pression d'air alimente par le biais de tuyaux les différents bassins. Ce distributeur est alimenté en aliment une fois par semaine. Cela correspond à 10 T/jour actuellement et passera à 40T/j dès le mois de septembre. Un distributeur en alu est disposé en plus par cage pour apporter un complément.



Habitation flottante qui contrôle le nourrissage : on repère au loin les tuyaux qui vont aux cages

Dès juin, les poissons seront emmenés vers un autre site par bateau, un site plus large pour une croissance plus forte jusqu'aux 5 Kg. Dans ces conditions de taux de transformation est de 1.1.

Dans les cages sont également mis des poissons prédateurs des poux du saumon qui sont élevés sur une autre ferme. Il existe un prédateur des saumons

en cage, c'est la loutre, espèce protégée. Pour la capturer il est nécessaire de demander une autorisation au gouvernement. Les loutres capturées

1.2 Smolt Farm, Bindal

Nous sommes arrivés à 11 heures à la ferme de production des saumons.

Cette ferme est également située sur un fjord. Celui-ci a récemment reçu la visite d'orques et de dauphins.

La ferme produit exclusivement des saumons d'environ 100g pour passer en mer.

Les œufs oeillés sont reçus d'une écloserie et déposés dans des éclosoirs à une température de 14 °C. Chaque éclosoir réceptionne environ 50 000 œufs disposés sur des grilles.



Une fois les œufs éclos, les larves passent à travers la grille et tombent sur une surface synthétique avec des pics entre lesquels les larves restent.



Eclosoir : vue avec la grille, puis sous la grille avec le tapis synthétique

L'éclosion produit pratiquement 100% de larves viables qui sont envoyées dans les bassins adjacents pouvant contenir environ 250 000 poissons pour 25m³. La salle contient 8 bassins pleins et un bassin vide pour le tri et les manip. Une échelle en alu est positionnée dans chaque bassin pour les personnes pouvant tomber.

sont envoyées dans d'autres sites indemnes de fermes aquacoles.

Les matériaux utilisés pour les salles sont du pvc et de la résine pour les bassins, puis de l'alu pour tout le reste ; il se dégage une ambiance de propreté extrême.



Les bassins sont alimentés par de l'eau provenant de la montagne, chauffée dans une chaufferie, ce qui permet de la passer de 4 à 14°C.



Un échangeur thermique permet de récupérer les calories de l'eau de rejet avant de chauffer l'eau des élevages.

L'écloserie est en circuit ouvert. Compte tenu de la qualité de l'eau, il n'est pas nécessaire d'utiliser d'antibiotiques. La gestion de l'oxygène se fait par le biais d'un automate et de sondes (oxyguard) : le taux d'oxygène programmé est de 85%. L'oxygène liquide est envoyé automatiquement dans des mélangeurs hermétiques construits en polyéthylène qui reçoivent également l'eau pour les bassins.

L'alimentation est gérée par un automate qui l'incrémente en fonction de la croissance prévue des poissons. Le distributeur est un tube fendu sur sa longueur positionné en travers du bassin dans lequel se trouve une vis sans fin qui pousse l'aliment envoyé par l'automate.



Vue du bassin avec distributeur ; Une échelle est positionnée en permanence dans l'eau pour permettre au personnel de remonter en cas de chute

Un distributeur automatique classique en alu peut être utilisé en complément.

L'eau oxygénée arrive dans un tube polyprop vertical fixé au fond du bassin et percé de trous de 2 cm sur toute la longueur de haut en bas. L'orientation de ces trous produit le courant du bassin.



Vue de l'arrivée d'eau oxygénée et de sa diffusion dans un bassin en train d'être vidé

Le poisson est vendu 1€ l'unité. Coût de revient de 0.1€ pour l'oxygène et 0.1€ pour l'aliment.

Les poissons grossiront et seront triés dans ces bassins. Ils atteindront le poids de 100g en 8 à 12 mois selon leur période d'arrivée dans les bassins.

Le tri s'effectue dans une salle préparée à cet effet : les poissons arrivent par un tuyau dans la trieuse qui possède plusieurs portes par lesquelles les saumons passent individuellement. Ils se retrouvent alors dans une goulotte en V dont la fente est de plus en plus grosse. Les plus petits poissons tombent en premier dans une goulotte ronde qui les amène au bassin des

petits, puis les moyens tombent plus loin et les gros tombent en dernier.

Les plus gros seront envoyés les premiers à la vaccination qui est entièrement automatisée : les poissons arrivent des bassins par un tuyau et se font endormir. Ensuite, ils sont pris un par un sur un tapis-échelle qui les remonte vers la machine à vacciner. Chaque poisson est photographié en 3D afin de déterminer son poids et par conséquent la dose de vaccin qui doit lui être injectée.

Ces poissons, qui sont en fin de cycle, sont mis dans des bassins de 250m³ avec une eau légèrement chargée en sel (0.4%) afin de préparer la smoltification, c'est-à-dire leur préparation au milieu salé. Cette smoltification est parallèlement induite par l'action de la température et par celle de la photopériode (journée courtes et journées de 24 heures). Cela permet aussi d'adapter les poissons aux conditions qu'ils trouveront dans le milieu en fonction de leur saison de production. Une fois les poissons prêts, ils sont descendus par des tuyaux d'environ 150m directement au port dans des bassins alimentés par l'eau de mer du fjord.



Arrivée des poissons dans leur dernier bassin : ils sont transportés sur 200m par des tuyaux

Les poissons sont gardés dans les conditions du milieu, avec une eau directement pompée dans le fjord et en circuit ouvert jusqu'à leur livraison par bateau sur les sites de grossissement.

2 Day 2

Nous serons accompagnés par Halvor pour cette journée

2.1 Salmon slaughtery

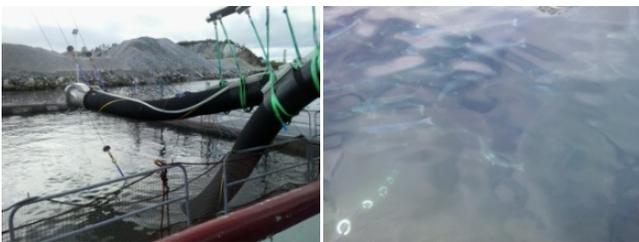
2.1.1 L'arrivée des poissons

L'usine traite environ 33 000 tonnes de poissons par an. Sa capacité moyenne est de 150 tonnes par jour. Les saumons arrivent par bateau à proximité des cages. Les bateaux de transport de poissons sont spécialisés dans cette marchandise et ne font que cela (Norskfisketransport.no).



Arrivée du navire spécialisé dans le transport des poissons à proximité des cages dans lesquelles ils seront stockés dans l'attente de l'abattage

La capacité du navire que nous avons visité est de 3 bassins d'environ 100 tonnes qui seront déversés chacun dans 3 cages en mer, en seulement 4 heures en tout.



Cage réceptionnant les poissons par le tuyau immergé (photo de gauche). La douceur de la manipulation permet aux saumons de ne pas être stressés (photo de droite)

Le remplissage du navire par le pompage des saumons des cages vers leurs bassins de transport ne prend qu'1 h.

Pour envoyer les poissons dans les cages, tout est automatisé. Des écrans situés au poste de pilotage du navire permettent d'une part de suivre les paramètres des cuves (oxygène, pH) mais aussi de suivre et de voir les poissons dans la cuve ainsi que leur déversement dans la cage par les tuyaux de transfert.



Une autre salle de commande à proximité de la salle des machines a pour fonction de visualiser et de contrôler les paramètres des cuves pour le transport des poissons ainsi que la qualité de l'eau pompée. Une filtration sur chaussette permet de filtrer l'eau et de récupérer les poux des saumons.

Une fois les poissons transférés dans les cages-filets, ils sont surveillés le temps du pompage par une caméra sous-marine et un écran avec les paramètres de l'eau. Cette petite salle de contrôle située sur les cages permet également de gérer le pompage vers la salle d'abattage en jouant notamment sur la concentration des poissons par l'utilisation d'un filet de concentration.



Concentration des poissons dans une cage en train d'être pêchée.

2.1.2 La salle d'abattage et d'éviscération

Lorsque les saumons sont pompés jusqu'à la salle d'abattage, ils sont déversés en vrac dans la cuve d'entrée de la machine qui commence par les séparer puis les place individuellement dans une des goulottes prévue pour les conduire jusqu'au sas assommoir, muni aussi d'un stylet perforateur de la tête. Cette machine coupe également le dessous des branchies.



Machine à abattre les saumons avec sa rangée de goulotte individuelle

Les poissons morts sont ensuite envoyés par tapis dans une seconde machine qui leur ouvre l'abdomen et les éviscère. Les viscères sont directement aspirés et envoyés pour l'utilisation des protéines et de l'huile de poisson. L'abdomen est également nettoyé et les poissons sortent propres avant d'être envoyés pour la transformation, dans une autre salle.

2.1.3 La salle de transformation et d'emballage

Cette salle vient d'être pourvue de nouvelles machines pour faciliter le travail des employés et favoriser le rendement.

Les saumons passent en premier dans une étêteuse : la tête rejoint les viscères pour la récupération de protéines et le corps peut entamer son processus de préparation pour la vente par un calibrage.



Tête à gauche et corps à droite

Une fois trié, les poissons sont filetés par une machine qui coupe les 2 filets en même temps à raison de 25 poissons par minute. Ces filets sont convoyés vers une machine qui les prend en photo et les retaille pour enlever le reste des nageoires. A la sortie de celle-ci, 2 personnes vérifient de nouveau les filets et interviennent avec une extrême dextérité et rapidité dans certains cas pour que ceux-ci soient parfaitement présentables et irréprochables.

Les filets sont ensuite pesés et acheminés en fonction de leur utilisation. Ils peuvent être soit utilisés tel quel et conditionnés sous vide, soit transformés en darnes et dans ce cas ils sont coupés puis pesés à nouveau avant d'être conditionnés sous vide.



Colisage des produits transformés en bout de chaîne

Certains filets sont passés en plus à la « désarrêteuse » pour assurer un filet indemne de toute arrête. Cela coûte un peu plus cher mais c'est un besoin d'une certaine clientèle ; Cela représente seulement 10% de la demande.



Machine à enlever les arrêtes

Une fois le conditionnement réalisé en fonction du besoin des clients, les colis sont stockés dans la chambre froide à 4°C dans l'attente de leur envoi. Ils sont alors palettisés puis rangés dans des camions de 20 tonnes.

La France est un des plus gros clients et le jour de notre visite, notre guide nous indique qu'ils sont en train de préparer une commande de carrefour pour des filets provenant de poisson d'un poids de 2.5 Kg. Ce sont des petits filets destinés aux étals et qui sont susceptibles d'être à nouveau travaillés (soit fumés, soit coupés pour la vente). Des pavés de 200g avec peau brossée/écaillée sont préparés pour les australiens qui l'utilisent pour le barbecue.



Pavés de saumon pour l'Australie

La préparation du poisson pour la commercialisation prend 2 heures de la pêche des poissons dans la cage à la surgélation et la mise en chambre froide.

2.2 Construction navale

Nous sommes allés visiter un chantier naval dont la particularité est d'avoir une cale sèche d'une profondeur de 10m, d'une largeur de 25m et d'une longueur de 100m... taillé dans la roche et fermé par une porte métallique.



Cette cale sèche peut être vidée à l'aide de 2 pompes en 4 heures et remplie en 1 heure. Le tarif d'utilisation de la cale est de 3000€ par jour.

Sur le quai à proximité de cette cale sèche était amarrée une structure cubique en béton qui n'était autre que ... une barge contenant 1000 t d'aliment pour poissons avec la rampe de distributeur intégrée.



Barge de granulés habitable de 1000 tonne

Cette barge permet de nourrir les grosses fermes seulement pendant 2 semaines. Elle ne possède pas de motorisation et doit par conséquent être tractée. Elle est totalement habitable et possède des chambres, une salle de bain, une cuisine.

Puis nous sommes allés au chantier de construction qui appartient au même groupe. Ce chantier construit environ 20 navires par an. Ces navires sont de plus en plus en alu et la tendance est aux catamarans.



Navire alu et catamaran en fin de construction

Les navires arrivent parfois d'autres pays comme la Chine ou la Croatie et sont équipés à ce chantier. Ils sont alors plus souvent en acier. Dans ce cas, le trajet peut prendre plus de 45j.

3 Day 3

Nous avons été reçus par Tonje (*Tonia*) qui est le professeur de Cultures Marines à Val.

Nous sommes accueillis en salle de classe de TP dans un bâtiment dévolu à l'aquaculture en mer, au bord d'un quai avec la flotte appropriée : une embarcation légère pour aller sur le site expérimental et 2 embarcations lourdes pour aller sur les sites de travail en cage.



L'embarcation légère

Les élèves sont séparés en 2 groupes, mais chacun ira voir ce que les autres ont vu.

3.1 Les cages avec Oddbjorn

Le site contient 5 cages avec 30 000 poissons chacune, ce qui est faible pour une pisciculture, mais suffisant pour la ferme. Ce site appartient entièrement à l'école, mais les poissons sont élevés en collaboration avec une entreprise.

Les cages contiennent également les lumpfish qui sont des poissons qui mangent les poux des saumons.

Un des équipements en cour est la mise en place d'une machine élaborée par les ingénieurs du chantier ayant pour finalité de nettoyer les saumons des poux par brossage et par pression. Cette machine est mise sur le pont d'un vieux navire qui vient d'être rénové pour l'occasion.



Lumpfish

Actuellement, toutes les cages d'élevages contiennent 10 % de lumpfish. Pour favoriser leur survie, des cachettes sont aménagées (cordes tendues portant des plastiques)



Aménagement pour les lumpfish

Aussi, les cages sont nourries avec 2 types d'aliments, un pour les saumons et un pour ces poissons.

La structure de ces cages est entièrement réalisée avec du polypropylène ; Ce sont des cages de type polar circle.



Cage classique de l'école avec le filet pare-oiseau et le distributeur automatique. School cage with net against birds and self-feeder.

Les distributeurs automatiques sont alimentés par des batteries qu'il faut régulièrement changer.



Changement de la batterie du distributeur automatique avec la grue

L'école fournit également un service aux entreprises salmiconole en réalisant des tests ou des expérimentations payantes ; Actuellement, ce sont les antifouling des filets qui sont testés sur un lot de 1000 poissons pour observer leur réaction. Une seconde expérimentation est en cours sur l'alimentation pour les saumons.

3.2 Le site expérimental sur les algues avec Tonje

Nous avons été sur le site expérimental pour les macroalgues. L'algue élevée est *Saccharina* mais une

autre algue a été essayée l'année dernière sans donner de résultats de survie et de croissance : *Alaria*.

Les élèves préparent les spores achetées à une entreprise et les mettent dans une solution pour les pulvériser sur une petite cordelette. Cette dernière sera enroulée dans des conditions d'humidité nécessaire à la survie des spores sur un bout en polypropylène. Celui-ci sera envoyé dans l'eau soit sur un cadre, soit en longline supportée par des bouées.

Arrivé sur le site, nous avons goûté aux algues (goût légèrement sucré et iodé, note salée en fin de bouche). Puis, nous sommes allés vérifier leur croissance sur 2 cadres, l'un positionné à 3 m et l'autre à 8 m de profondeur. Il n'y avait que très peu d'algues ; Sur le second site expérimental également.



Axel et le cadre positionné à 3 m. Axel and the frame from 3 m deep

Les cadres sont pesés pour suivre la biomasse et chaque algue est mesurée dans la longueur et la largeur. Cette manipulation est réalisée tous les mois. Nous avons également observé la croissance des algues mises en place sur longlines et fait les mêmes mesures.



Les élèves en train de faire les mesures.

Les croissances sont très faibles sans savoir pourquoi car les thalles devraient être d'environ 1 m à cette époque de l'année.



Observation des algues de la longline

Par contre les *Alaria* se développent naturellement et en force sur les bouts d'encrage de la structure !!!

D'autre part il n'y a pas de témoin pour savoir si les algues fixées sur les cadres expérimentaux sont bien

ceux positionnés de façon artificielle, Mais ce sera fait pour l'année prochaine.

Les algues devraient pousser d'environ 8 cm/j dans de bonnes conditions et atteindre environ 2 m en juin si elles sont mises en février, mais celles que nous avons vues ne font que 10 cm.

Les algues sont récoltées pour la consommation humaine en mai pour garder leur propreté car le fouling intervient après. Lorsqu'elles sont utilisées pour faire de l'éthanol, elles sont récoltées plus tard car c'est la biomasse qui importe.

4 Day 4

Nous avons été reçus par Oddbjorn qui est le responsable de la ferme Cultures Marines à Val.

Nous reprenons le gros bateau pour aller en premier lieu voir les filières de moules, puis ensuite les cages à saumons.

4.1 Les filières de moules

Il s'agit plus d'essais en vue de la diversification de l'aquaculture en Norvège que d'une réelle production.



Filière de moule de l'école

Actuellement, la mytiliculture n'est pas rentable en Norvège, les moules se vendant aux alentours de 0,35 € / kg. L'espèce produite est la blue mussel, ou moule atlantique (*Mytilus edulis*)

Le site possède plusieurs filières pour le captage et pour le grossissement.

Le captage est réalisé de 2 manières :

- Directement sur filet synthétique attaché à la filière.
- Sur filet synthétique garni de cailloux afin de le lester, lui aussi attaché à la filière.



Dans les 2 cas le captage que nous avons observé n'était pas énorme et le fouling était important.

Il faut compter 18 mois pour avoir une moule commercialisable d'une taille de 4 cm.



Moule de + ou - 3 ans élevée sur la filière de l'école

4.2 Les cages à saumons

Le but de la manip du matin était de prélever 20 saumons par cage afin de dénombrer les poux qu'ils portent.



Ici un saumon avec un pou sur l'opercule

Il n'y a pas de problème de pathologie posé par ces parasites, ni de problème de mise sur le marché. La seule incidence grave de la présence des poux sur les saumons d'élevage est le grand risque de contamination des saumons sauvages, ce qui propagerait très rapidement ces parasites. Une seule femelle fécondée peut porter 1000 œufs et le courant peut les propager sur 200 miles.

- Descente du filet de pêche à l'aide de la grue du bateau dans la cage.

5 Day 5

5.1 Visite de la fabrique de filets

La fabrique reçoit les filets soit par bateau soit par camion. Le filet est lavé dans un premier temps dans une grande machine à laver pendant 2 à 8 heures.



Filet de cage de 160m de long soulevé à l'aide d'une grue pour le sortir de la machine à laver.

- Positionnement du filet afin de piéger les poissons appâtés avec des granulés
- Resserage du filet et prise des poissons à l'épuisette
- Endormissement (4 poissons max) par balnéothérapie (produit: trikaimesilat en Norvégien)
- Dénombrement suivant le stade (larvaire, mâle mature, femelle mature) et remise à l'eau. Les étudiants disposent pour cela d'une règlette portant les images correspondant à ces stades



La manip de l'après-midi consistait à charger des big bag d'aliment pour aller remplir les nourrisseurs présents sur les cages.

Le filet que l'on voit sur la photo mesure 160m de long. L'eau utilisée pour le lavage est l'eau de mer. Avant d'être rejetée, elle est épurée de ses saletés ; « elle ressort plus propre qu'elle ne rentre ». Les saletés sont mises de côté et utilisées pour l'amendement. Il y a environ 3 à 400 lavages par an.

Une fois le filet lavé, il est envoyé à l'atelier de réparation pour être éventuellement ramandé.



Dans cet atelier il y a également un filet de protection contre les poux de mer ; il s'agit

d'une toile dont les mailles serrées ne laissent pas passer les poux et protègent donc les saumons des élevages.



Ce filet ne peut pas avoir d'antifouling car il colmaterait et les mailles ne laisseraient pas passer l'eau. Sa taille est également de 160m car il est fixé sur le filet de la cage et sa profondeur est de 5 à 7 m.

Une fois réparé si besoin, le filet est repris par un treuil puis est mis dans un bac contenant l'antifouling.



Il existe 3 types de produits :

- un pour simplement protéger les filets : Il plastifie les mailles sans avoir de pouvoir d'antifouling.
- un avec 30 % de cuivre pour les zones où il y a peu de fouling : du milieu de la Norvège au Nord à cause des températures de l'eau (4 à 6°C) qui ne permettent pas le bon développement des organismes
- un avec 40 à 50 % de cuivre pour la zone dont les températures vont de 6 à 15 °C donc avec un fort développement de fouling.

Les bains sont de 20 à 30 mn et le séchage se fait avec une soufflante à 60°C. Les filets sont bougés avec un treuil.

Une fois séchés, les filets sont stockés dans un container en bois puis remis dans un bigbag pour la livraison.



5.2 Visite des cages novatrices

La visite de la ferme a débuté par l'explication du fonctionnement d'une cage classique, puis nous sommes partis dans une salle pour recevoir les informations de base de l'élevage du saumon : Après fécondation, il faut 2 mois à 8 °C pour l'éclosion. A partir de l'éclosion, le saumon digère sa réserve vitelline pendant 4 à 6 semaines avant de débuter la prise de nourriture artificielle. Puis il lui faut 8 à 12 mois pour atteindre les 100 g à partir desquels il peut passer en mer. C'est à ce moment que débute le grossissement en cages.



Petite cage de démonstration pour les touristes

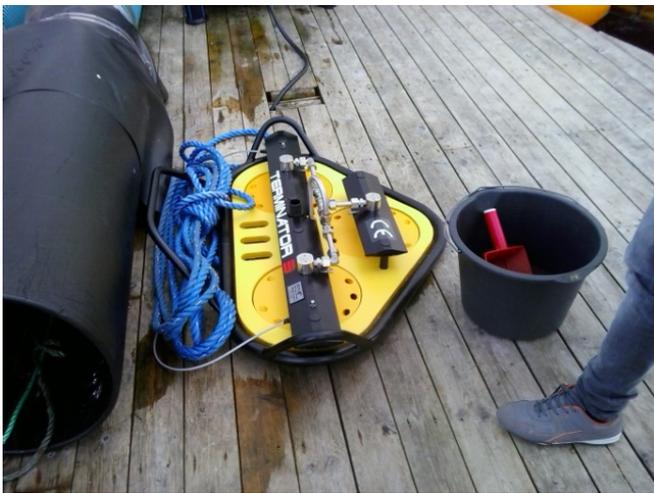
Le responsable de la ferme nous emmène sur la première cage classique avec un filet imprégné

d'antifouling rouge et la toile de rétention défense contre les poux du saumon.



Cage de type polar circle avec son filet impégné d'antifouling rouge sur lequel est fixé la toile antipoux

Ce système fonctionne très bien mais coute cher car il faut nettoyer la toile antipoux environ toutes les 2 semaines. Cela se fait à l'aide d'un robot :



Robot de nettoyage de la toile

Afin d'éviter ces inconvénients, un nouveau type de cage est testé par cette société : il s'agit d'une cage étanche alimentée en eau par une pompe captant l'eau à 25m. En effet, il semblerait que les poux ne vivent plus au-delà de 15m de profondeur et qu'ils soient très rares à 25m. Cela se confirme par les résultats de comptage sur les poissons de cette cage. Pour évacuer l'eau, une autre pompe enlève les poissons morts et les vases en passant l'eau sur un filtre.

Cette cage est également pourvue d'un filet extérieur pour prévenir les fuites éventuelles de poissons dans le cas d'un déchirement de la toile étanche.



Bac de rétention après aspiration des vases et des poissons morts

L'ensemble des cages du site est surveillé par des vidéos sous marines sur lesquelles on peut voir les poissons en train de s'ébattre et aussi le dessous des cages afin de montrer la qualité du sol et la vie qui s'y développe, en l'occurrence un carrelet...



Le responsable du site nous indique que la population de la Norvège est d'environ 7 millions d'habitants et que dans un futur proche, cela atteindra les 9 millions. Il est donc de son devoir de faire en sorte de pouvoir nourrir cette population et l'industrie du saumon s'y prête particulièrement bien dans la mesure où elle peut encore se développer et fournir plus de travail tout en respectant l'environnement. Il faut 1Kg de granulé à 70% de farine végétale et seulement 20% de produits de la mer et 10% d'eau et de sels minéraux et vitamines pour produire 1 kg de saumon. D'autre part 100 kg d'aliment produisent 65 kg de filet de saumon ou 20 kg de filet de poulet ou 13 kg de filet de porc (les animaux à sang chaud consommant plus d'énergie pour maintenir leur métabolisme à la bonne température). Cela est donc très intéressant.

Et Voilà !!

Contribution des élèves de TCM 2016 et des enseignants pour la rédaction