

SYSAAF

Syndicat des Sélectionneurs Avicoles et Aquacoles Français

Innovations technologiques avec le développement des grandes fermes piscicoles



Pierrick HAFFRAY

Responsable technique de la section aquacole

pierrick.haffray@inrae.fr

www.sysaaf.fr

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



SYSAAF

Objectifs de l'intervention

- Présenter l'état d'avancement et les innovations technologiques des 3 grands types de systèmes d'élevage utilisés dans les projets de grandes fermes aquacoles à l'échelle mondiale :
 - en mer ouverte (off-shore)
 - au fil de l'eau (flow-through)
 - en eau recirculée (RAS, Recirculated Aquaculture System)
- Apporter des éléments de discussions pour aider à échanger sur le développement de ces grandes fermes en France et dans les DOM et POM

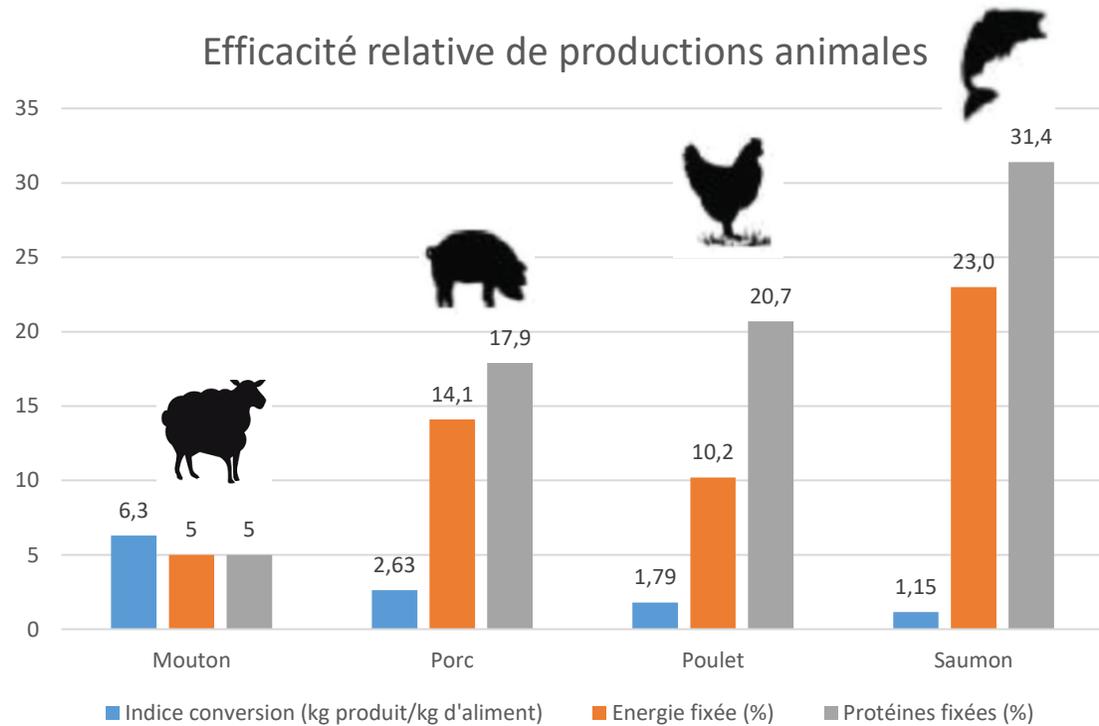
Drivers de l'investissement dans des grandes fermes aquacoles ?

- Limiter les poux de mer *Lepeophtheirus salmonis* et les échappements
 - > 20 % mortalité (traitements antiparasitaire ou à l'eau douce coûteux). Baisse de croissance
 - Programme norvégien de soutien à l'innovation. Licences de développement technologique
<https://www.france24.com/fr/20171118-norvege-saumon-industrie-parasite-poux-mer-innovation>

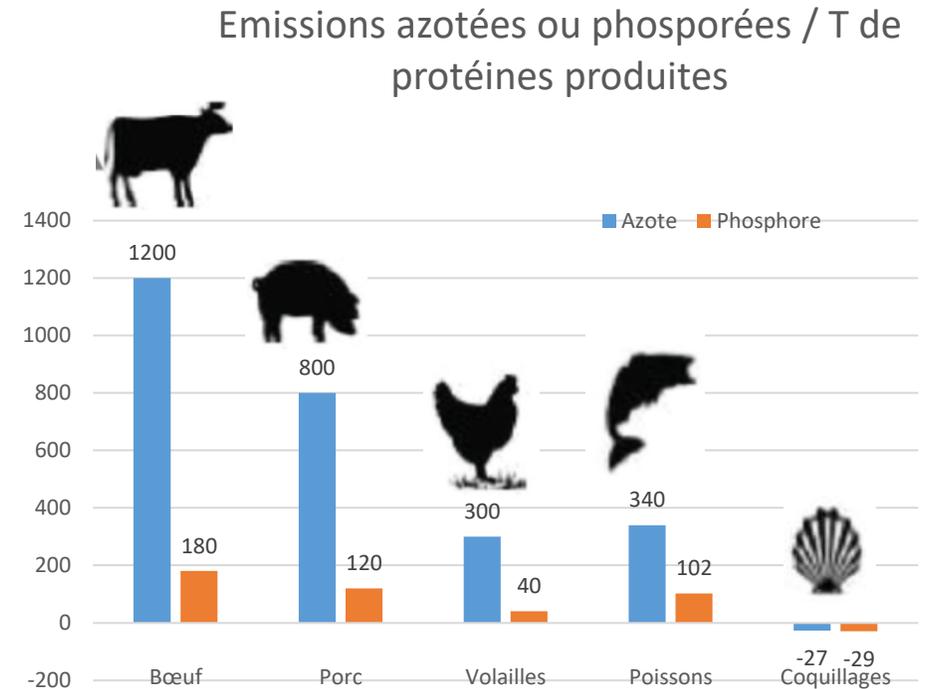


- Répondre aux demandes du marché et à l'augmentation de la population mondiale en 2050 (+ 2,5 milliards d'habitants)
- Aptitudes biologiques des espèces aquacoles : taille limitée (2-5 kg), simplicité de la découpe milieu d'élevage porteur, relation individuelle inexistante avec l'éleveur, comportement grégaire en banc

L'aquaculture, une des productions animales les plus efficaces écologiquement

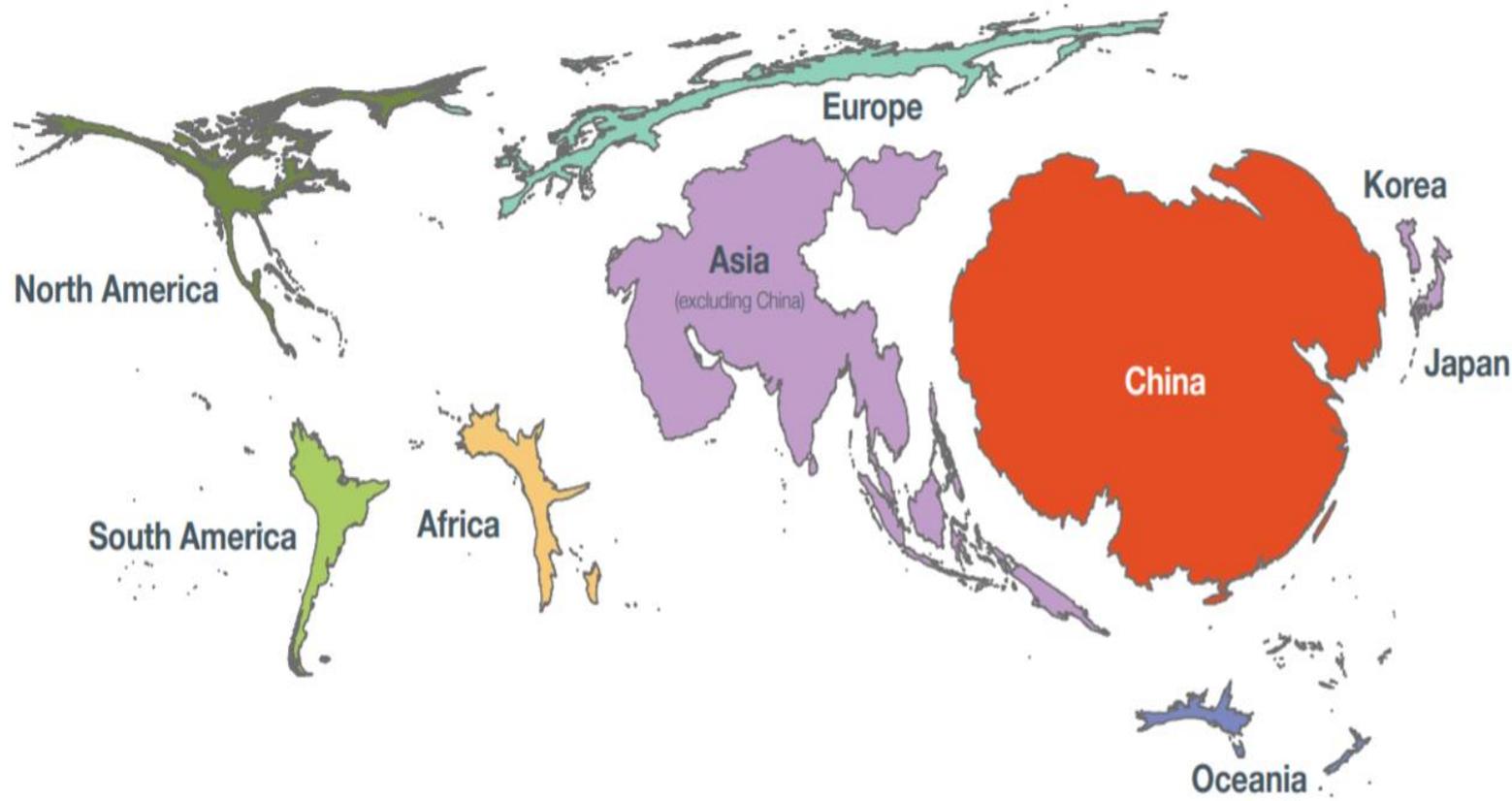


Torrissen et al. (2011, Reviews in Fisheries Science)

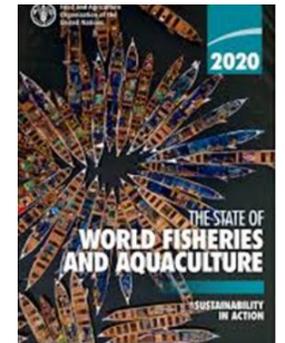


HPLÉ, 2014, World Food Security, FAO, Rome

L'aquaculture...



- **116,3 millions T**
- **466 espèces** : carpes, huitre creuse, crevette blanche, tilapia du Nil, saumon
- **> 13 % des protéines animales consommées**
- **20,5 M travailleurs**



Hall et al., 2011. 2011. Blue Frontiers: Managing the Environmental Costs of Aquaculture. The WorldFish Center, Penang, Malaysia.

La domination de l'élevage en cage en Europe



250 00 T bar et daurade



1,5 million T de saumon et truite en mer

Des systèmes d'élevages contrôlés variés en France



Trutticulture, esturgeon au fil de l'eau (32 000 T)



Truite, bar, daurade, maigre en cage (2 500 T)



Bar et daurade à terre par pompage (1 300 T)



Ecloserie poissons marins en RAS



Ecloserie coquillages en RAS



Perche et salmonidés en RAS (2 000 T)

Vers l'élevage en mer ouverte (off-shore)

« Ocean Farm 1 », la 1^{ère} ferme mondiale « off-shore »



260 000 T de saumons



- Technologie pétrolière off-shore
- 250,000 m³, 110 m diamètre, 69 m haut. 30 km en mer. En production depuis 2018
- Entièrement automatisée (gestion de l'alimentation, surveillance environnementale, nettoyage, évacuation des poissons morts)
- 5 exemplaires commandés
- Objectif 150 000 T en off shore en 2030

<https://youtu.be/jp6GTuiWBO4>

<https://youtu.be/BooyM8SL9Cl>

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



« Ocean Farm 1 », la 1^{ère} ferme mondiale « off-shore »



260 000 T de saumons



- Technologie pétrolière off-shore
- 250,000 m³, 110 m diamètre, 69 m haut. 30 km en mer. En production depuis 2018
- Entièrement automatisée (gestion de l'alimentation, surveillance environnementale, nettoyage, évacuation des poissons morts)
- 5 exemplaires commandés
- Objectif 150 000 T en off shore en 2030
- « Ocean Farm 2 » 19 000 T (760 000 m³). 8 licences à 50 miles nautiques en mer

<https://youtu.be/jp6GTuiWBQ4>

<https://youtu.be/BooyM8SL9CI>

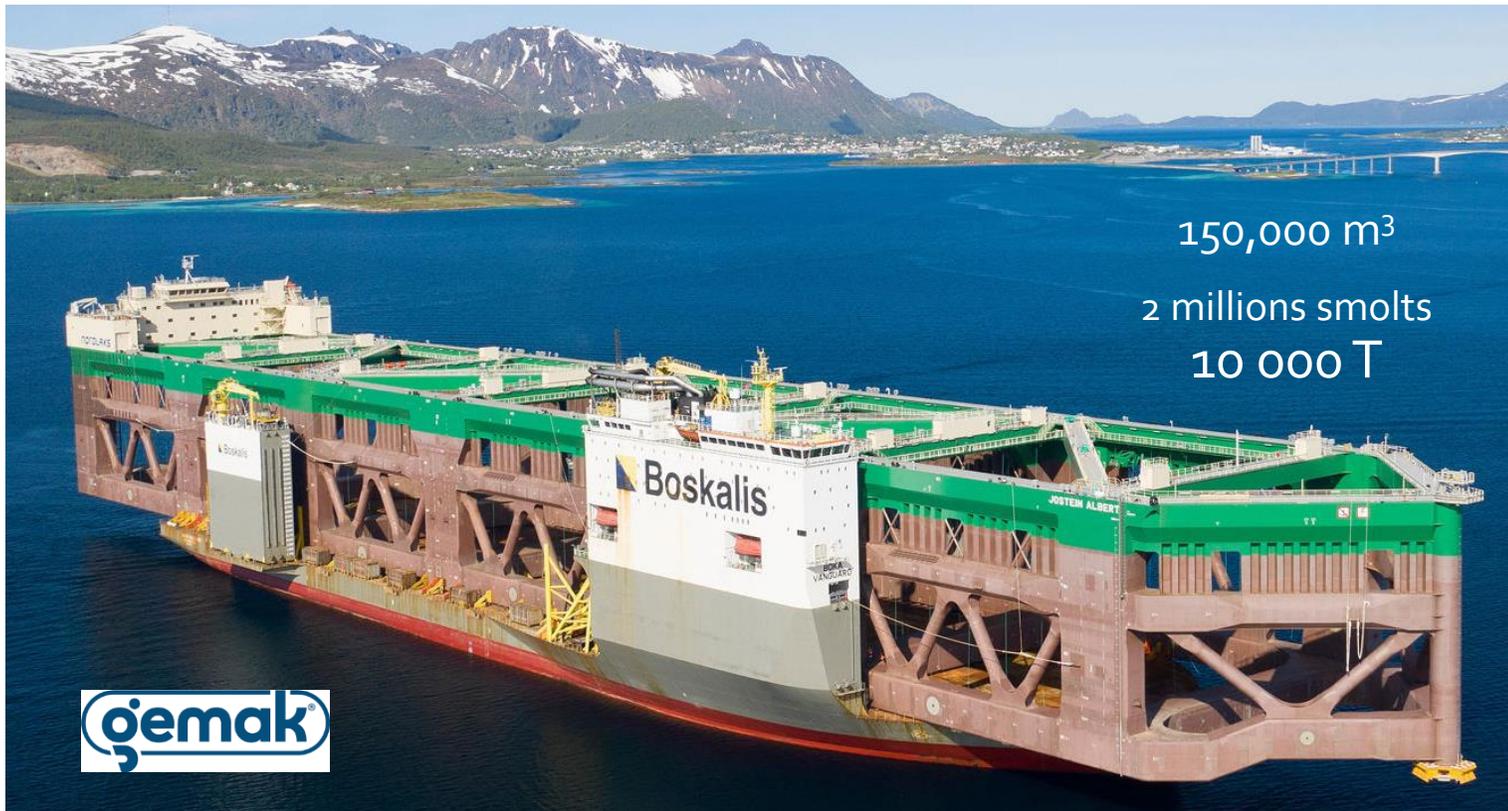
Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



« HavFarm », vers 130 000 T en off-shore



75 000 T de saumon



150,000 m³
2 millions smolts
10 000 T



https://youtu.be/Ytrh_-RKn2o

<https://youtu.be/GFd1mcex7ks>

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023

- Technologie navale. 385 m x 60 m, 37 m. 6 filets (69 000 m³, 56 m de profondeur.
- Entretien à terre tous les 25 ans. Tempêtes centenaires. Statique, stationnaire ou mobile
- 4^{ème} cycle en 2023
- 13 licences de production



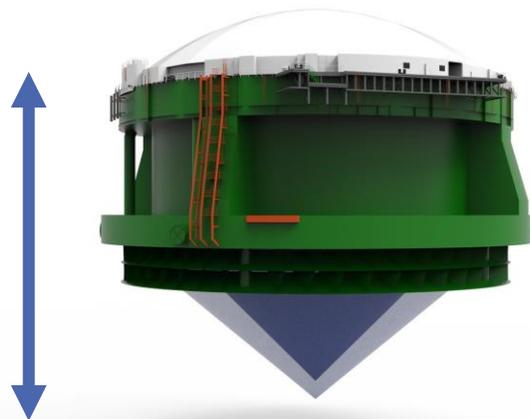
Vers des systèmes flottants semi-fermés

« Hydra », un système semi-fermé

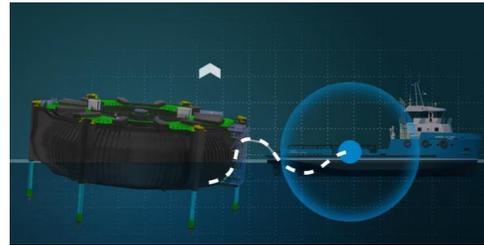
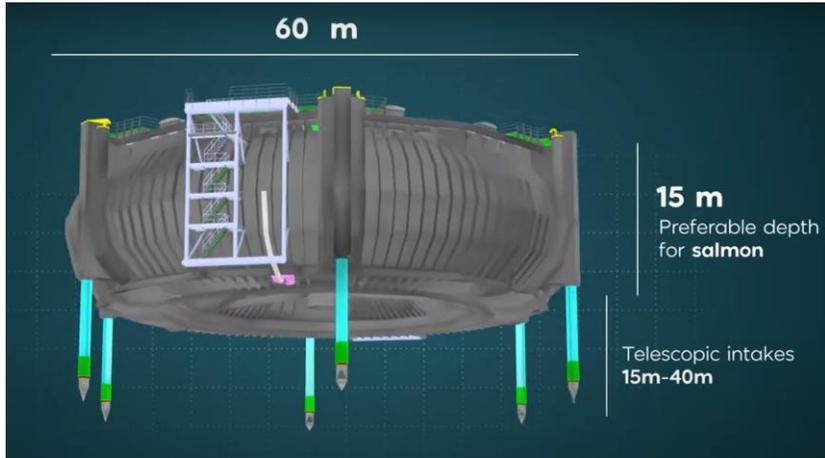


- Coque en acier de 60 m de diamètre intérieur (72 m extérieur). 86,700 m³. Flux d'eau montant avec mouvement par foil
- Protection contre les poux et les échappements.
- 3200 T de biomasse, silo 200 T aliment
- Energie électrique de la côte. Contrôle lumière, turbidité, O₂, CO₂ depuis la terre. Collecte des fèces avec un véhicule sous-marin télécommandé (ROV)

20 m



Le « Marine Donut », la rivière marine



Bluegreen

- Diamètre 60 m, hauteur 15 m, volume 22,000 m³. Polyéthylène recyclable
- 1,100 tonnes de biomasse
- Pompage de l'eau à 40 m. Température stable et indemne de poux. Désinfection UV à l'entrée. Optimisation de la lumière.
- Renouvellement de l'eau 100 % /h. Contrôle du flux d'eau pour faire nager les poissons
- Collecte des fèces (fertilisants)



<https://youtu.be/gYoWnjQl6FI>

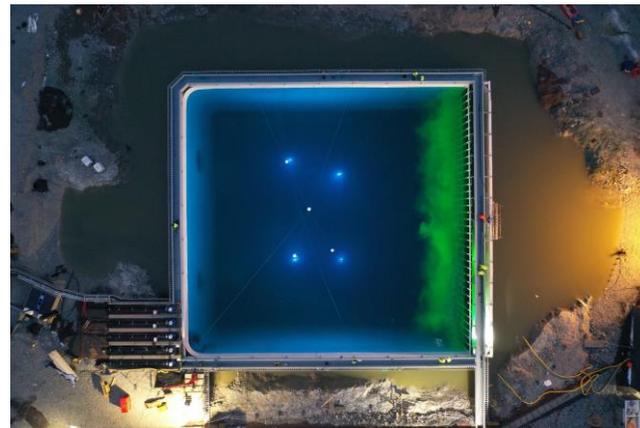
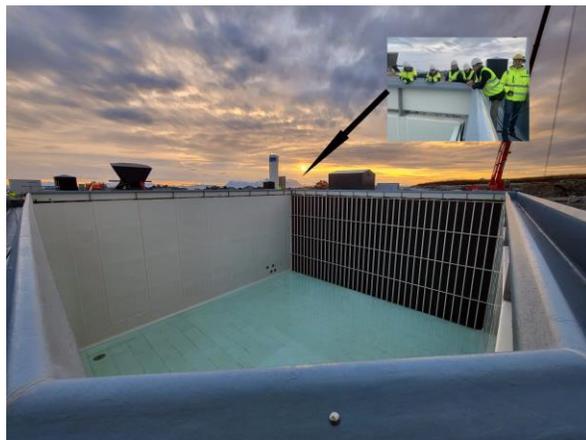
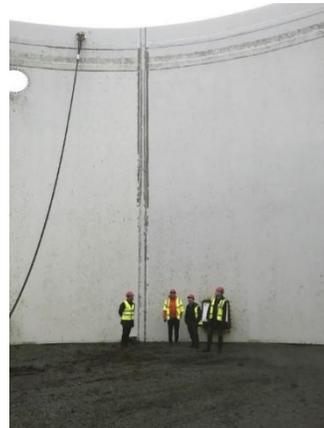
<https://youtu.be/SyJ2lIMX1Jw>

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



De premiers systèmes à terre en flux ouvert en production (flow-through)

ANDFJORD (Lofoten), des bassins sous le niveau de la mer !



- 45 m x 40 m x 20 m; 36 000 m³ creusés sous le niveau de la mer. 1 000 T / bassin
- Pompage à -30 m ou -160 m (Gulf Stream)
- Flux laminaire + O₂ liquide
- Autonome en énergie (éolienne). Collecte des fèces par robot dans le bassin. Valorisation en produit horticole et fertilisants. Usine de transformation
- 98 % survie en 10 mois en mer (120 g à 3 kg. FCR 1,05. 1 kWh / kg de poisson (0,085 €)

https://youtu.be/KUo_HnEE7WY

<https://vimeo.com/501698433>

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



ANDFJORD (Lofoten), des bassins sous le niveau de la mer !



- 45 m x 40 m x 20 m; 36 000 m³ creusés sous le niveau de la mer. 1 000 T / bassin
- Pompage à -30 m ou -160 m (Gulf Stream)
- Flux laminaire + O₂ liquide
- Autonome en énergie (éolienne). Collecte des fèces par robot dans le bassin. Valorisation en produit horticole et fertilisants. Usine de transformation
- 98 % survie en 10 mois en mer (120 g à 3 kg. FCR 1,05. 1 kWh / kg de poisson (0,085 €)
- 70 000 T en 2030 (3 sites)

https://youtu.be/KUo_HnEE7WY

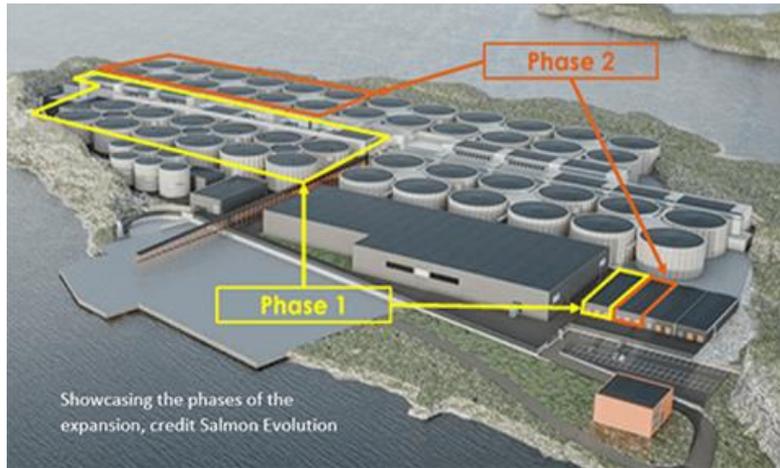
<https://vimeo.com/501698433>

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023

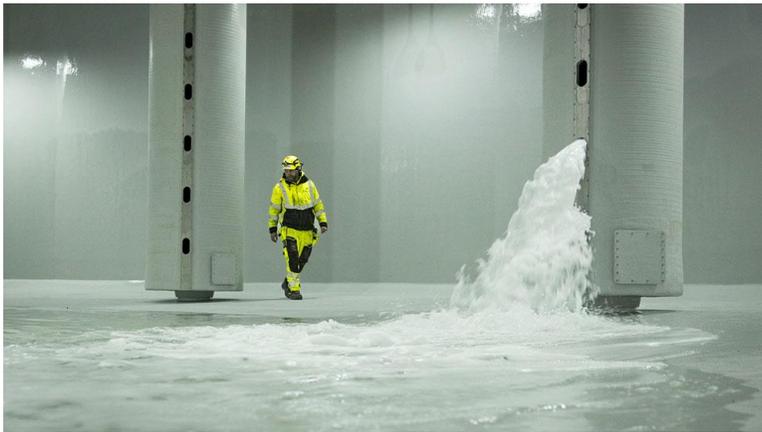


Salmon Evolution, un système hybride avec 35 % eau neuve

SALMON
EVOLUTION®
extending the ocean potential



- 5,000m³ par bassin. 28 m diamètre x 13 m haut
- Renouvellement de l'eau 4h. (65 % renouvellement)
- 4.5 kg (8 mois de mer depuis mars 2022 à 300 g), 1-2 % mortalité / mois
- Production 31 500 T étêté et éviscéré / an en 2028
- Projets développement à 100,000 tonnes en 2032 Amérique du Nord et (Corée 18000 T)



Salmon Evolution, un système hybride avec 35 % eau neuve

SALMON
EVOLUTION®
extending the ocean potential



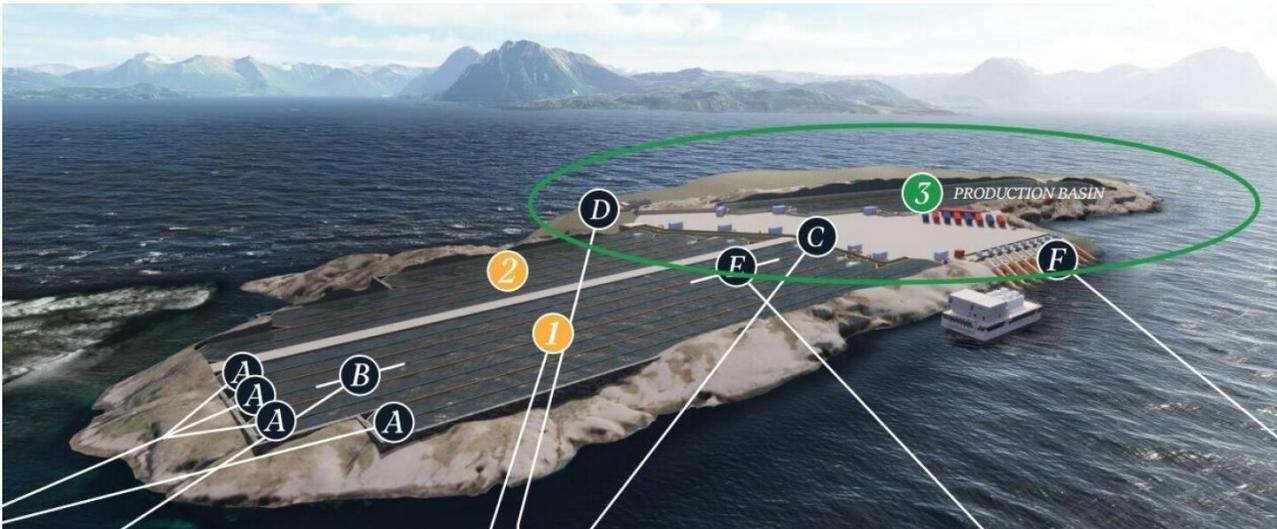
- 5,000m³ par bassin. 28 m diamètre x 13 m haut
- Renouvellement de l'eau 4h. (65 % renouvellement)
- 4.5 kg (8 mois de mer depuis mars 2022 à 300 g), 1-2 % mortalité / mois
- Production 31 500 T étêté et éviscéré / an en 2028
- Projets développement à 100,000 tonnes en 2032 Amérique du Nord et (Corée 18000 T)

Gigante Salmon, transfert du principe bas coût de la trutticulture continentale



Gigante Salmon

- 13 000 T production en 2025. Pompage à 20 m de profondeur. (3-4 kWh/kg). Renouvellement 130 % / h + O₂ liquide
- Bassins béton recouverts de liner (L : 110 à 210 m, H : 5 m). Investissement 3 € / kg. Stockage et distribution des aliments à partir d'une barge.
- Collecte des fèces par fecal trap au fond des bassins et acheminement par bateau à une usine de compostage
- Gains : FCR, poids, main d'oeuvre
- 2^{ème} projet de 10 000 T en Norvège



<https://gigantesalmon.no/anlegget/>

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



Gigante Salmon, transfert du principe bas coût de la trutticulture continentale



- 13 000 T production en 2025. Pompage à 20 m de profondeur. (3-4 kWh/kg). Renouvellement 130 % / h + O₂ liquide
- Bassins béton recouverts de liner (L : 110 à 210 m, H : 5 m). Investissement 3 € / kg. Stockage et distribution des aliments à partir d'une barge.
- Collecte des fèces par fecal trap au fond des bassins et acheminement par bateau à une usine de compostage
- Gains : FCR, poids, main d'oeuvre
- 2^{ème} projet de 10 000 T en Norvège

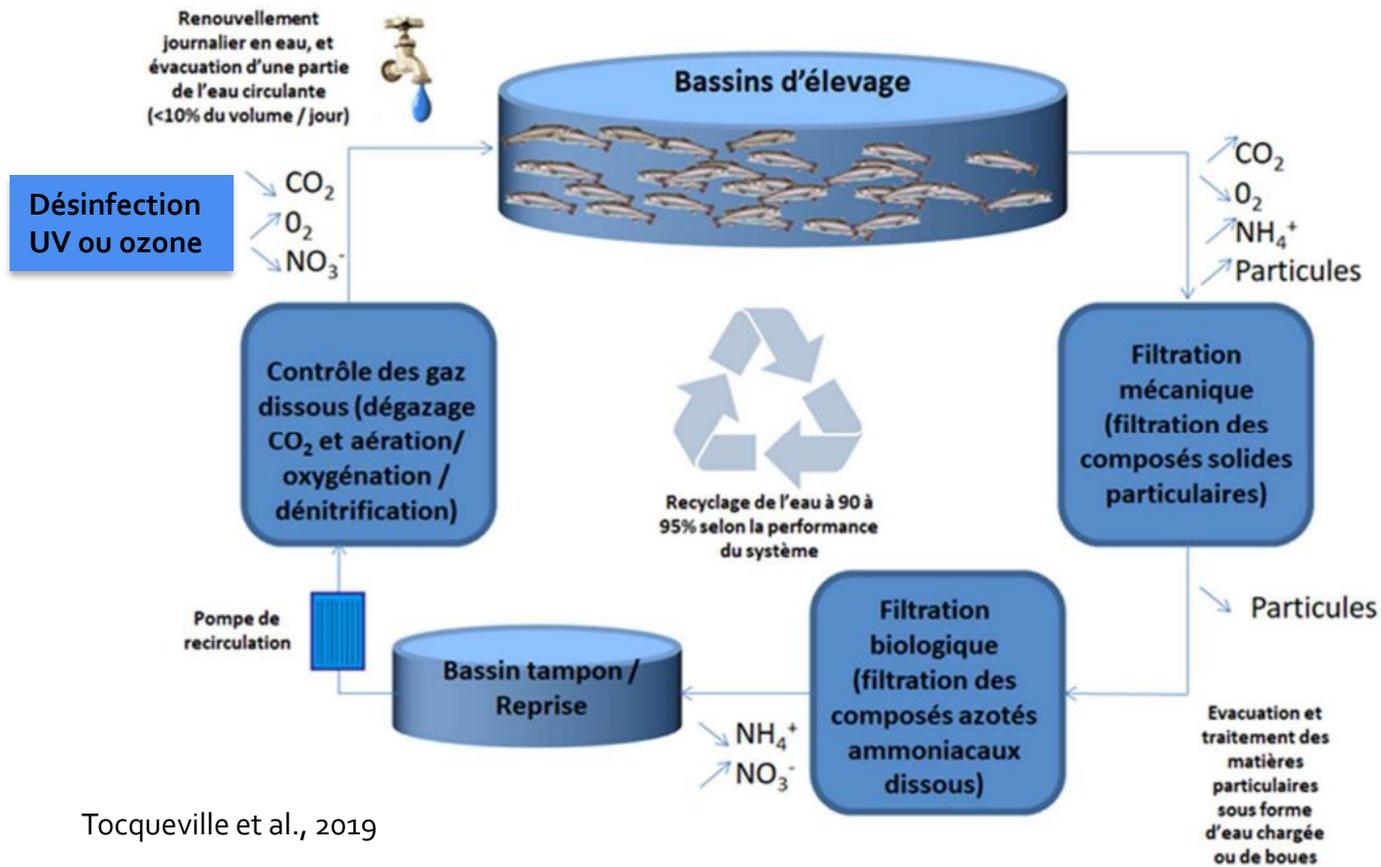
<https://gigantesalmon.no/anlegget/>

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



La déferlante de projets de grossissement en circuits fermés (RAS)

Les circuits fermés, une technologie complexe



Objectifs :

- Limiter le prélèvement et le rejet d'eau
- Optimiser les conditions thermiques et environnementales de croissance et de bien-être
- Limiter les rejets en MES et matière dissoute
- Limiter les risques sanitaires et les échappements
- Améliorer l'impact carbone en rapprochant la production de la consommation

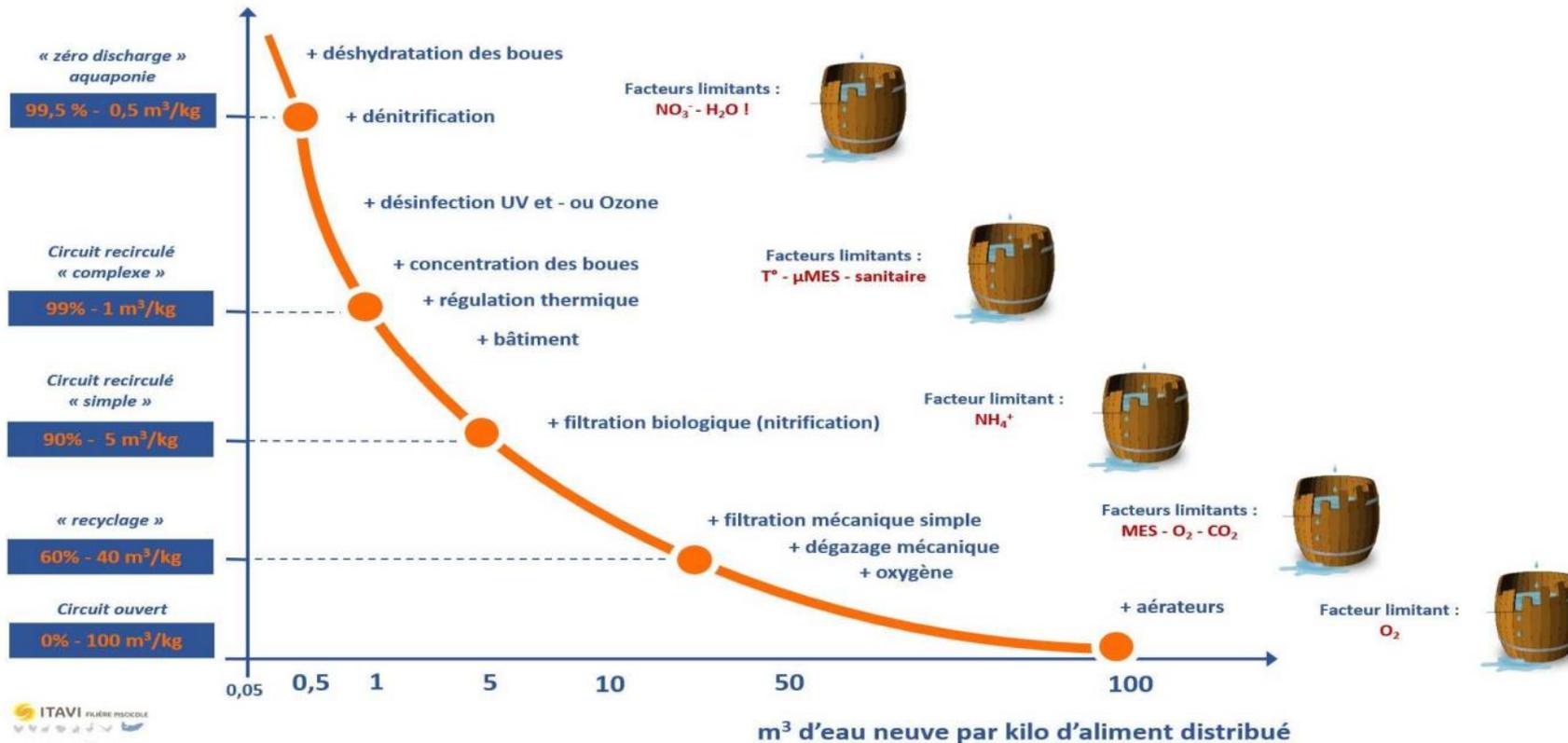
Tocqueville et al., 2019

https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/62417/document/Rapport%20final_pisci%20oen%20circ%20recircul%C3%A9.pdf?version=1

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023

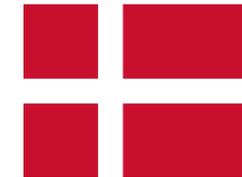
Les circuits fermés, une technologie complexe

INTENSITÉ DE RECIRCULATION DES SYSTÈMES D'ÉLEVAGES PISCICOLES

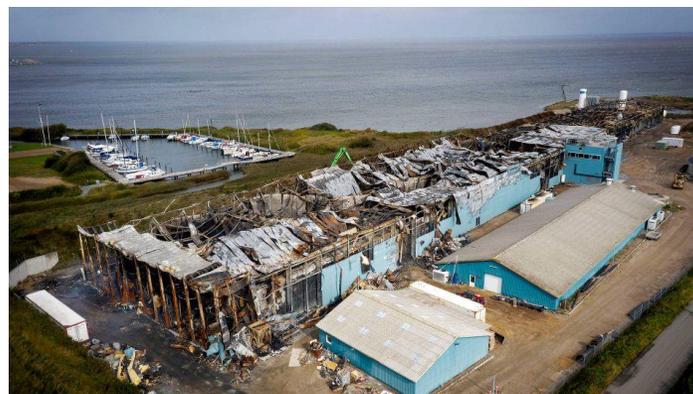


- Succession de traitements de l'eau coûteux en énergie (4-6 à 10 kWh/kg produit, 0,35 à 0,80 ct €)
- Co-élevage de poissons et de bactéries
- Technologie maîtrisée en écloséries et pour la production de smolt et de post-smolt (< 1kg) avant transfert en mer

Atlantic Saphir Danemark, la 1^{ère} ferme > 1 000 T



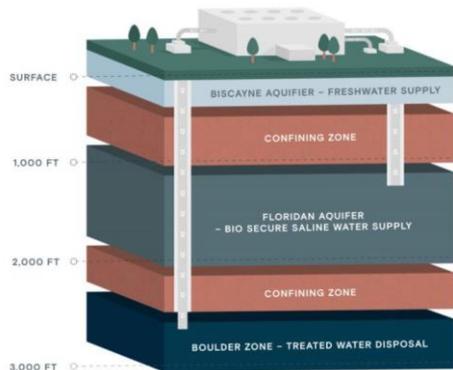
- Pilote créé en 2010 (700 T). Extension à 2900 T en 2019.
- Objectif de 6 kWh/ kg
- Preuve de de concept
- Incendie électrique en 2020



Atlantic Saphir USA, un début chaud



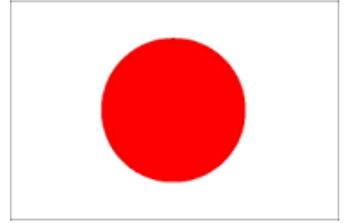
- Construction en 2017 en Floride (Miami).
Phase 1 : 10 000 T éviscérées étêtées.
Phase 2 : 25 000 T
- > 99 % de recyclage. Eau de mer de forage dans la nappe. 12 circuits indépendants. Ozonation en entrée. Rejet du 1 % dans la nappe souterraine fossile
- Accident et perte de 500 T en mars 2021. 870 T commercialisées en 2023. Nécessité de refroidissement de l'eau
- Recapitalisation par NordLaks en 2023
- Objectif 220 000 T en 2031



Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



Du saumon au pied du Mont Fuji



PROXIMAR
SEAFOOD

- Construction initiée en 2021
- 5300 T de production Japon (Oyama)
- Forage 100 m de profondeur nappe eau douce
- 1^{er} abattage mi-2024

<https://www.youtube.com/watch?v=SN2G5EURpnl&t=8s>

<https://www.youtube.com/watch?v=oxOOMBc3Lyl&t=25s>

Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



Quelques autres projets



La Hollande, l'autre pays de la sériole



- 2015 : Phase 1 pour 500 T / an. 21 cycle de production. Phase 2 : Objectif 3500 T en 2025
- Energie solaire et éolien. Natura 2000. 2000 T, 3 hectares
- Commercialisée sous l'appellation « Dutch Yellowtail ». Marchés sashimi, sushi et nigiri. Bio
- Production aux USA Kingfish Maine depuis 2020 pour 11 000 T

<https://www.the-kingfish-company.com/>

<https://www.youtube.com/watch?v=oQXDJepFpno>



Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



La Hollande, l'autre pays de la sérieole



- 2015 : Phase 1 pour 500 T / an. 21 cycle de production. Phase 2 : Objectif 3500 T en 2025
- Energie solaire et éolien. Natura 2000. 2000 T, 3 hectares
- Commercialisée sous l'appellation « Dutch Yellowtail ». Marchés sashimi, sushi et nigiri. Bio
- Production aux USA Kingfish Maine depuis 2020 pour 11 000 T

<https://www.the-kingfish-company.com/>

<https://www.youtube.com/watch?v=oQXDJepFpno>



Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



La Hollande, l'autre pays de la sérieole



- 2015 : Phase 1 pour 500 T / an. 21 cycle de production. Phase 2 : Objectif 3500 T en 2025
- Energie solaire et éolien. Natura 2000. 2000 T, 3 hectares
- Commercialisée sous l'appellation « Dutch Yellowtail ». Marchés sashimi, sushi et nigiri. Bio
- Production aux USA Kingfish Maine depuis 2020 pour 11 000 T

<https://www.the-kingfish-company.com/>

<https://www.youtube.com/watch?v=oQXDJepFpno>



Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



La Hollande, l'autre pays de la sérieole



- 2015 : Phase 1 pour 500 T / an. 21 cycle de production. Phase 2 : Objectif 3500 T en 2025
- Energie solaire et éolien. Natura 2000. 2000 T, 3 hectares
- Commercialisée sous l'appellation « Dutch Yellowtail ». Marchés sashimi, sushi et nigiri. Bio
- Production aux USA Kingfish Maine depuis 2020 pour 11 000 T
- Projet en Floride d'ombrine

<https://www.the-kingfish-company.com/>

<https://www.youtube.com/watch?v=oQXDJepFpno>



Académie d'Agriculture, 22 novembre 2023



Conclusions

- Logique vertueuse : réduction impact carbone, lutte contre les pathogènes, survie et bien-être, échappements, réduction des rejets
- Accélération des innovation par le Gouvernement Norvégien (poux, échappements, MES)
- Grands poissons de découpe : Saumon, truite, sériole, ombrine. Maigre en Méditerranée ?
- Seuil de rentabilité > 3000 T et risques techniques difficilement imaginables
- Chaque projet de ferme est unique :
 - Business plan et marché, environnement
 - Technologies et savoir-faire humain dépendant

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



Quelques références

- Rapport « Etat des technologies de salmoniculture, 2019.
<https://www.dfo-mpo.gc.ca/aquaculture/publications/ssat-ets-fra.html>
- Tocqueville, A. Gaume, M., Foucard, P., Rollet, P-E., Vidal-Giraud, B., 2019. Étude sur la pisciculture en circuit « recirculé », Rapport Final. France Agrimer.
https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/62417/document/Rapport%20final_pisci%20en%20circ%20recircul%C3%A9.pdf?version=1

