



Fiche EAU n°1,3

LE TRAITEMENT DES EFFLUENTS EN SALMONICULTURE

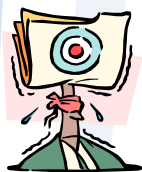
PLAN :

1. Introduction : contexte réglementaire - origine des effluents
2. Traitement des rejets solides
3. Traitement des rejets dissous
4. Stérilisation
5. Oxygénation
6. Exemples de traitements
7. Conclusion

Lexique

Bibliographie

OBJECTIFS :



- ▶ Connaître l'origine des effluents à traiter en salmoniculture
- ▶ Comprendre les phénomènes physico-chimiques et biologiques qui entrent en jeu
- ▶ Être capable de proposer des moyens de traitements

Mots clés : salmoniculture, effluents, rejets piscicoles, traitements biologiques, physiques, cycle de l'azote, phosphore, ...

Lien avec les référentiels de formation :

- BEPA : C6, C8, C10 (P1, P2)
- 2nde Bac Pro : EP2, EP3
- Bac Pro : MP4, MP64, PM66
- BPAMC : UC2
- BPREA : UC1, UC2
- BTSA : M53, M55

1. INTRODUCTION et Problématique

1.1. Historique

Jusqu'à la fin des années 1970, la pollution ne faisait pas partie des sujets de conversation du monde piscicole. La prise de conscience dans les années 1980 conduit aux premières études visant à caractériser les rejets (Faure, 1983), et traiter les matières en suspension. Ceci aboutit au premier outil d'évaluation de la pollution (la profession préférant maintenant parler de rejets) des salmonicultures et à la mise en place de décanteurs.

Au début des années 1990, de fortes pressions apparaissent et la profession exprime la volonté de produire mieux (Lamotte, 1992). Ces préoccupations se retrouvent aussi au Danemark, autre gros producteur européen de truite avec des systèmes d'élevage comparables à ceux de la France (Brogger-Jensen, 1992).

Commence alors un travail de la profession et des scientifiques, visant à réduire cette pollution à la source : l'aliment. La digestibilité des nutriments, l'augmentation de la valeur énergétique (remplacement des protéines par des lipides), et l'utilisation du procédé d'extrusion en sont les résultats. Ainsi l'indice de conversion moyen de l'aliment est aujourd'hui de 0.8 (Sindilariu, 2007).



Exploitation salmonicole, 29 – photo Rémi Bertran

1.2. Contexte réglementaire

Les salmonicultures sont soumises à la réglementation ICPE*, qui impose notamment des normes de rejets dans le milieu naturel afin de limiter l'impact environnemental. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE*, 2000/60/CE 23 octobre 2000) fixe des objectifs pour 2015 afin d'atteindre un bon état écologique des eaux ; en salmoniculture, l'application de la réglementation conduit à diminuer la prise d'eau (ressource en eau) et les rejets (protection du milieu récepteur). Plus globalement, il convient de limiter l'impact environnemental des piscicultures pour tendre vers une aquaculture durable.

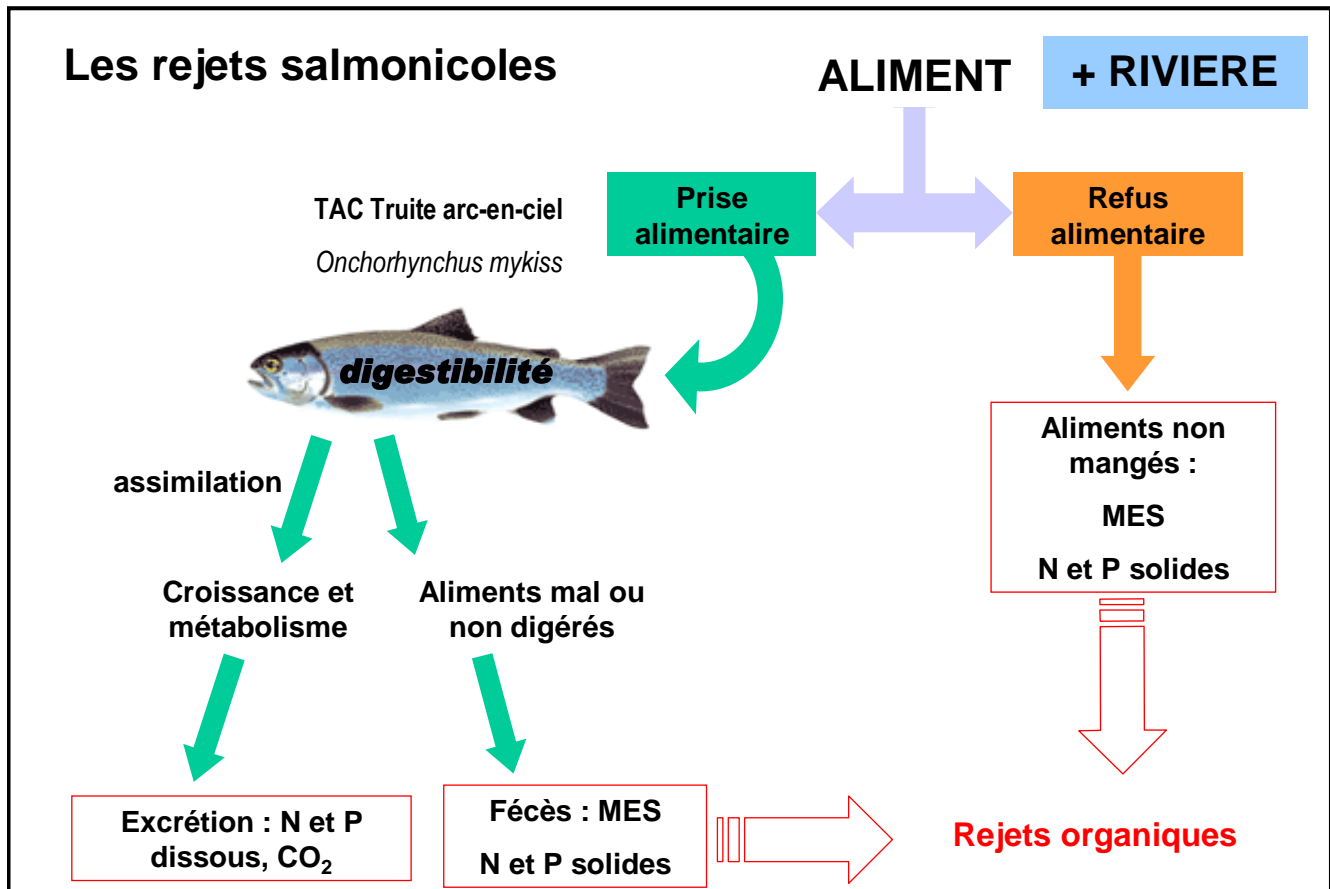
1.3. Origine des effluents à traiter

La problématique des effluents en salmoniculture est le volume important à traiter (de 200 à 2000 l/s) et la faible concentration des polluants :

- NH_4^+ : 0,2 à 1 mg/l
- MES : 1 à 50 mg/l
- PO_4^{2-} : 0,1 à 0,2 mg/l

Ceci oblige les professionnels à s'équiper, les moyens de traitement étant relativement coûteux et occupant une surface importante.

■ Origine des rejets



Les rejets d'une ferme salmonicole ont plusieurs origines possibles : elles sont soit liées à l'aliment non ingéré par le poisson, c'est **le refus alimentaire***, ou soit au poisson lui-même, après ingestion de l'aliment (métabolisme et digestion). En fonction de la composition de l'aliment, de sa **digestibilité***, une part sera excrétée sous forme solide, les fèces (part non digérée), une autre part sous forme dissoute, liée au **métabolisme** du poisson (part digérée non fixée). **La rivière** apporte elle aussi des MES (57% de la MES, Aquinove, 1995), dont la quantité varie en fonction des facteurs climatiques.

✍ **Nb** : il existe d'autres sources de matières solides ou dissoutes : eau de la rivière (prise d'eau), ou encore des bactéries et phytoplanctons dans les bassins.

L'amélioration des aliments en pisciculture actuellement se fait **en augmentant la digestibilité**, afin d'optimiser l'IC* et diminuer l'impact environnemental.

■ Type de rejets

En fonction de la composition de l'aliment et de sa digestibilité, les proportions rejetées en azote et en phosphore varient. La majorité de l'azote est rejetée sous forme dissoute tandis que pour le phosphore, la principale fraction est sous forme solide.



	Nature du rejet	Azote N	Phosphore P	Autres
Refus alimentaire	solide	N solide (fort)	P solide (faible)	MES (composition aliment)
Fécès	solide	N solide (faible)	P solide (fort)	MES (composition aliment)
Métabolisme	dissous	AAT (N-NH ₃ et N-NH ₄ ⁺ = N ammoniacal), urée, nitrates, nitrites : dégradation des protéines (Fort)	Orthophosphates PO ₄ ³⁻ (faible)	dégradation lipides - glucides : CO ₂ et eau carbone des aliments : CO ₂ , HCO ₃ ⁻

Quantités de rejets nutritionnels :

MES*	Rejets métaboliques dissous
Aliment : 30 %	Métabolisme :
Fécès :	- azote 40 - 60 %
- matière sèche 30 %	- phosphore 15 - 25 %
- azote 20 %	
- phosphore 60 %	

Source : S. Kaushik, 2008

Mesure des rejets solides et dissous

Méthode directe d'évaluation des flux journaliers ou méthode hydrobiologique : évaluation de débits et comparaison de l'eau en entrée et sortie de pisciculture :

$$\text{Rejets piscicoles} = (\text{matières dissoutes et solides})_{\text{sortie}} - (\text{matières dissoutes et solides})_{\text{entrée}}$$

Méthodes nutritionnelle du Cemagref* (Fauré, 1983) : Méthode indirecte d'évaluation des rejets piscicoles (MES*, NH₄ et PT*) qui prend en compte l'espèce élevée, le rationnement, l'IC* et les données hydrologiques. Elle est basée sur des régressions de mesures de terrain.

La méthode nutritionnelle de Papatryphon et al. (2005) : Méthode indirecte d'évaluation des rejets piscicoles (MES*, NH₄ et PT*) qui prend en compte le rationnement, la part d'aliment ingérée et non ingérée et la digestibilité de l'aliment (fonction de sa composition, donnée sur les emballages), rapport avec la croissance de l'animal. Elle est basée sur les bilans des masses (Cho, Kaushik, 1990)

→ Les méthodes nutritionnelles ont été développées pour palier à la lourdeur, aux coûts et les biais engendrés par la première méthode (échantillonnage difficile, temps d'analyse, évolution des aliments, pratiques d'élevage, ...). A présent, c'est la méthode de Papatryphon qui est utilisée.

Facteurs de variation

D'autre part, la méthode de distribution et l'aliment lui-même (alimentation automatisée, manuelle, et fréquence : refus alimentaire et digestibilité, qualité de l'aliment), ainsi que le bien être du poisson (métabolisme, refus alimentaire, stress, densités d'élevage, oxygénation) influencent les volumes d'effluents à traiter.

Conséquences des rejets des poissons

Sans traitements, plusieurs conséquences sont à prévoir :

- accumulation de AAT* → toxicité pour les poissons (atteintes physiologiques : osmorégulation*, respiration, hyperplasie*, stress, système immunitaire, hémorragie...)



- CO₂ et autres gaz dissous → toxicité directe pour les poissons
- pollution du milieu naturel récepteur → turbidité, bactéries, molécules toxiques et eutrophisation* (nitrates et orthophosphates), anoxie*, pH, colmatage du fond des rivières, modification des biocénoses,...

1.4. Paramètres à prendre en compte

Lors de la mise en place de systèmes de traitement des effluents salmonicoles, différents éléments sont à prendre en compte :

- **Circuit d'eau** : circuit ouvert / recirculé, débit, installation des bassins, taux renouvellement
- **Elevage** : densités d'élevage, alimentation automatisée ou manuelle, aliment, poisson (âge et espèce)
- **Paramètres abiotiques** : pH, température, débit d'étiage, oxygénation

→ Ces paramètres influencent **le volume à traiter** et **la concentration de l'effluent** et donc conditionnent le ou les types de traitement à mettre en place.

✍ Note : cette fiche présente uniquement les traitements utilisés en salmoniculture et ne présente donc pas une liste exhaustive des traitements existants en aquaculture.

2. Traitements des rejets solides

Les rejets solides (fecès, aliments non consommés) sont les plus faciles à capter, par des techniques de filtrations mécaniques et/ou par décantation.

2.1. Filtrations mécaniques

Il existe 2 types de filtrations mécaniques : la filtration sur lit granulaire et le tamisage.

■ Filtration sur lit granulaire

Principe : passage de l'eau chargée en MES (solide) **par percolation à travers un substrat** (selon la loi de Darcy*), vitesse de filtration en fonction de la granulométrie du substrat, de la pression et de la viscosité de l'eau à traiter (quantité de MES).

Les MES vont rester dans le filtre, ce qui oblige à un lavage régulier pour éviter tout colmatage.

Exemple : filtre à sable

Utilisation : utilisation très classique en aquaculture (écloserie des salmonicultures) et aquariologie, pour des eaux peu chargées en MES et les volumes limités.

👉 **Avantages** : efficacité

👎 **Inconvénients** : colmatage, eau de lavage du filtre à traiter, faibles quantités eau et peu MES.



Filtre à sable – photo : Hélène Laguerre

Tamissage

Principe : passage de l'eau à travers les mailles d'un tamis ou d'une grille, la filtration se fera en fonction du diamètre des mailles.

Il existe 2 grands types : le tamissage statique (grilles fixes, géotextile...), ou mécanique (dégrilleur...). L'eau coule par gravité dans un tambour rotatif et les particules solides sont retenues dans le tambour quand l'eau passe à travers le tamis. Le filtre à disques rotatifs présente plus de surface de filtration. Une modélisation de l'efficacité des filtres à tambour de 60 à 90 μm a été proposée par Timmons et al. (2002) :

$$\text{MES\% capturées} = 16 \times \ln(\text{MES concentration entrée tambour}) + 33$$

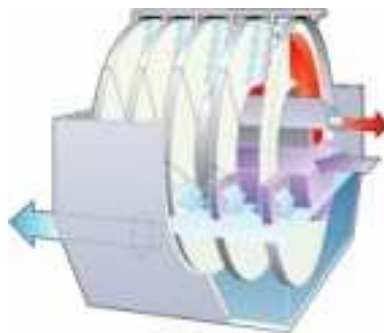
La performance varie en fonction de la charge en MES et du débit à traiter. Les efficacités trouvées varient de 30 à 87% pour des concentrations initiales en MES de 1 à 30 mg/l.

Exemples : dégrillage en entrée de site (filtration grossière), filtre à tambour rotatif et à disques rotatifs.

Utilisation : utilisation très classique en pisciculture, souvent en première filtration grossière (aliment non consommé et fécès). Les filtres rotatifs sont les plus utilisés et sont souvent éligibles à une aide à l'installation par les agences de l'eau.



Filtre à tambour rotatif – photo : RB



filtre à disques, Hydrotech

👍 **Avantages** : vitesse de filtration, choix de la taille des mailles. Le filtre à disques rotatifs présente une surface de filtration 2 à 3x supérieure à celle du tambour rotatif. Des flocculants peuvent être apportés. Filtres rotatifs : seul système mécanique économiquement viable, peu de maintenance, facilité d'entretien.

👎 **Inconvénients** : eau de lavage du tamis à traiter, ~ colmatage, choix de la taille des mailles. Ces moyens de traitement nécessitent l'installation de stockage et une exportation hors du site.

Evaluation de l'abattement en MES, Phosphore Total (PT) et Nitrate total (NT), pour des filtres à tambour et à disques - In Roque D'Orbcatel, thèse 2008. :

Filtre	Maille (μm)	Réduction en %			référence
		MES	PT	NT	
Tambour	60 - 150	68	63	17	Bergheim et al. 1993b
Tambour	60	19-91	47-84	7-32	Cripps, 1994
Tambour	60	67-97	21-86	4-89	Cripps et Bergheim, 2000
Disques	250 - 120	16-94	18-65	1-49	Ulgenes, 1992
Disques	60	84	63	28	Eikebrokk ET Ulgenes, 1993

2.2. Décantation

Principe : La décantation permet de séparer un mélange diphasique eau/MES en 2 phases distinctes, par **sédimentation de la MES**, en diminuant la vitesse d'écoulement de l'eau.

Exemples : Décantation en bassins à plat (vitesse d'écoulement suffisamment faible pour permettre la sédimentation ; dimension fonction du débit : 1m^2 par m^3/h), décanteurs lamellaires (lamelles placées verticalement, permet de plus fort débit), cônes de sédimentation (sédimentation verticale et surverse de la phase aqueuse) et les décanteurs circulaires.

Le processus peut être amélioré par ajout de coagulants (ex : sels, neutralisent les charges) et floculants* (ex : alginates) qui vont provoquer la formation de « floccs » (agglomérat de particules, qui décantent plus facilement).

Utilisation : très classique en pisciculture et dans les stations d'épuration, décantation comme traitement primaire ou en complément des filtres mécaniques (eau de rejet et de lavage des filtres)



Décanteurs : circulaire et à plat – Photos : Rémi Bertran

👉 **Avantages** : bonne séparation, efficacité fonction du type de décantation (bassins plats : ~30%, ~35-40% pour les cônes), encombrement faible pour les cônes

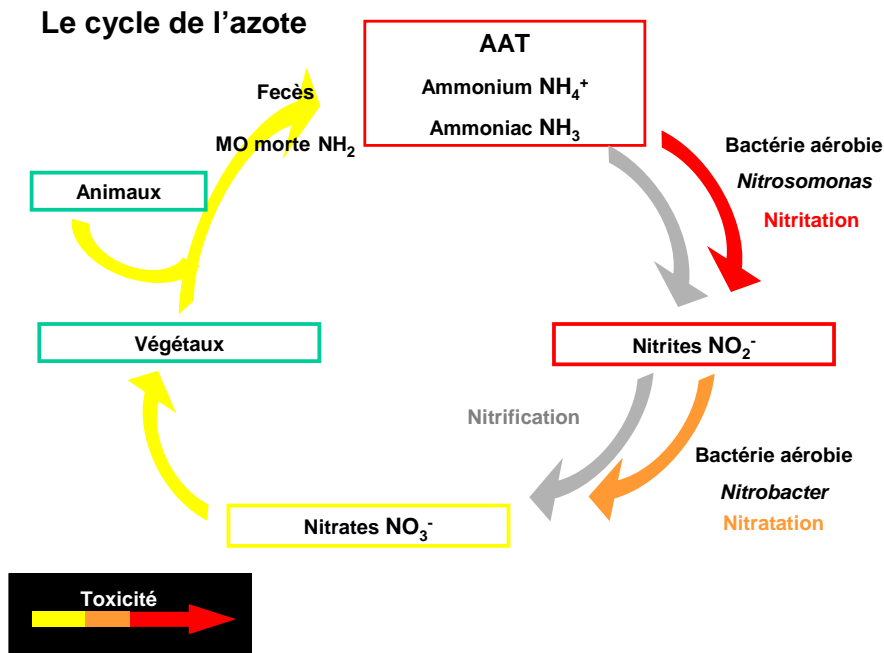
👎 **Inconvénients** : vitesse, boues récupérées (concentration, compostage ou épandage sur terres agricoles), encombrement de certains décanteurs, risque de production d'ammoniaque et nitrites.

3. Traitement des rejets dissous

Les rejets dissous sont les plus difficiles à traiter, en raison de leur concentration et des débits à traiter. En général, les traitements des rejets dissous sont effectués après filtration mécanique.

3.1. Filtration biologique

Principe : utilisation de bactéries autotrophes nitrifiantes pour transformer les formes toxiques de l'azote (AAT*) en composés moins toxiques (nitrates), c'est la **nitrification**.



Utilisation : aquaculture, stations d'épuration

Exemples : filtre biologique à lits agités fluidisé (bactéries libres) ou sur supports fixes. Les médias (substrats) utilisés sont par exemple : mousse, disques, pouzzolane*, billes ou objets plastiques avec des surfaces spécifiques importantes.



Médias de biofiltre: pouzzolane et brosses – Photos : Rémi Bertran

source : Aquamerik média : curlers* polyéthylène

- 🌱 **Avantages** : abattement en ammoniac important, efficacité, combine aussi l'effet de filtration mécanique
- 🚫 **Inconvénients** : mise en place, entretien, oxygénation et pH, n'élimine pas l'azote qui reste une source d'eutrophisation, n'élimine pas le phosphore.

3.2. Lagunage ou marais construits

Principe : utilisation des plantes, bactéries et du substrat de la zone de lagunage pour épurer les eaux par des processus physiques et biologiques avant rejet.

Les bactéries aérobies* autotrophes*, fixées aux racines, aux rhizomes ou au substrat, permettent une nitrification, les nitrates* et phosphates sont absorbés par les plantes (minéralisation de l'azote par oxydo-

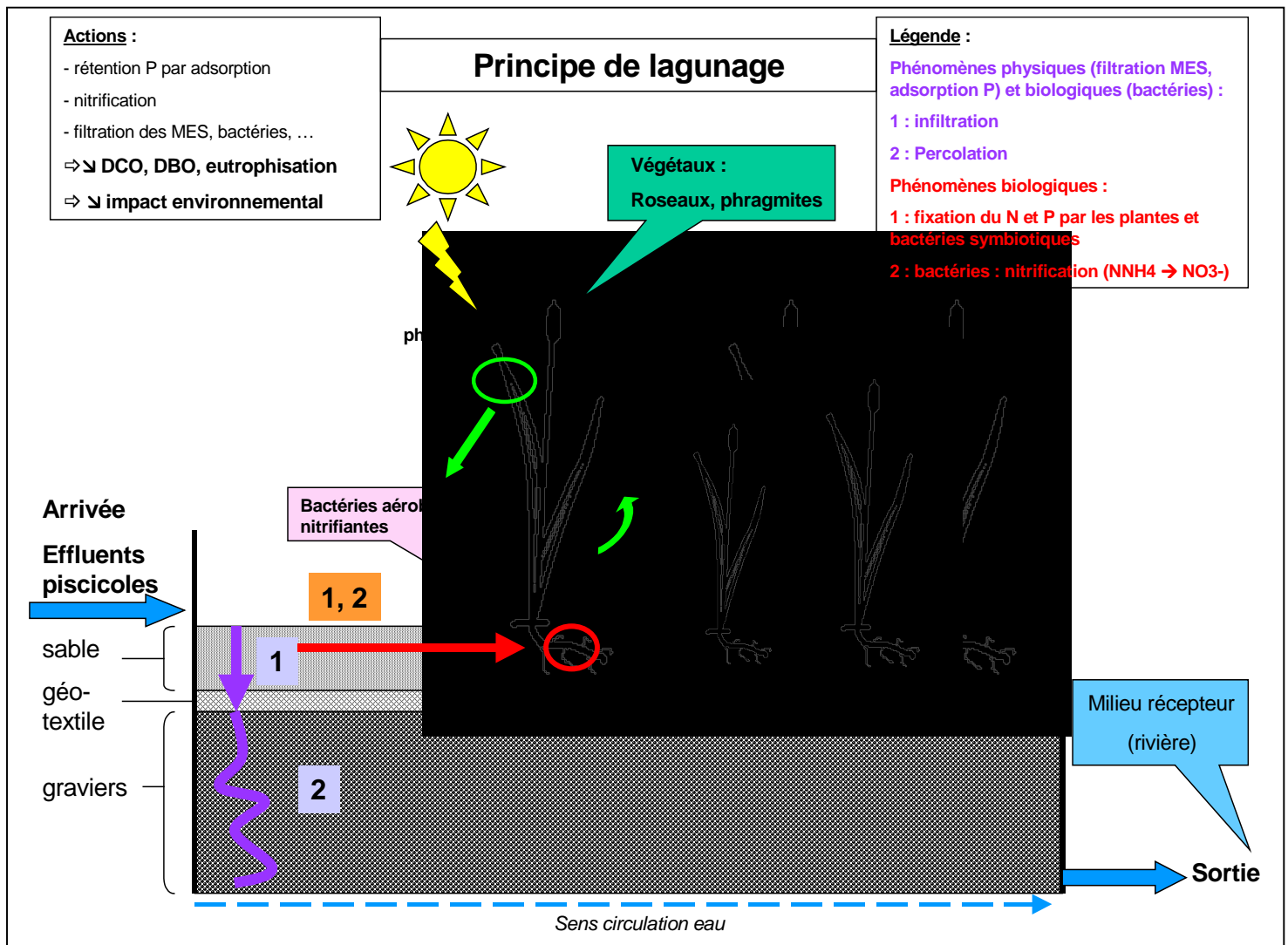
réduction), qui fournissent du O_2 nécessaire à l'activité bactérienne. Le phosphore se retrouve principalement adsorbé au substrat, qui permet une filtration physique supplémentaire.
Ce système est utilisé sur les surverses de stockage des boues, et non sur le débit complet des sites piscicoles.

Exemples : marais à écoulement horizontal, vertical

Utilisation : stations d'épuration, pisciculture, séchage des boues

🌿 **Avantages** : procédé écologique et efficace (réduction de l'impact environnemental)

🚫 **Inconvénients** : surface importante, colmatage, risque anoxie, entretien, gestion en fin de période, risque d'augmentation des nitrites.



4. Stérilisation : traitements UV et Ozone

Les traitements aux UV et à l'ozone permettent d'éliminer les pathogènes des eaux d'entrée et de rejets, mais ne permet pas de filtration. Au contraire, ces traitements génèrent une augmentation de la turbidité liée à la mort des micro-organismes.



4.1. Traitement UV

Principe : les radiations UV sont **mutagènes*** et **provoquent des réactions photochimiques sur l'ADN**. Des liaisons entre 2 thymines adjacentes se forment (= dimère de T), créant des changements de conformations de l'ADN et des mutations, conduisant à la mort des microorganismes.

Les UV permettent de traiter le « vivant » (microalgues, bactéries, champignons, protozoaires ...).

Exemple : Lampes UV et gaines de quartz.

Utilisation : salmoniculture : écloserie

👉 **Avantages** : diminution de la DCO, DBO5, qualité eau, élimine les pathogènes (champignons, bactéries)

👎 **Inconvénients** : faible débit, coût, ne fonctionne que sur des eaux très peu turbides, durée de vie des lampes.

Nb : les UV sont des **agents mutagènes** pouvant provoquer des cancérogenèses (mélanomes, cancer de la peau chez l'homme).

4.2. Traitement à l'ozone (O₃)

Principe : l'O₃ (gaz inodore et toxique) provoque une **oxydation de la matière organique**, c'est un « germicide » (bactéries, virus, champignons, ...).

Exemple : générateur d'ozone, système complet.

Utilisation : peu utilisé en salmoniculture, éventuellement en écloserie.

👉 **Avantages** : diminution de la DCO, DBO5, qualité eau, élimine les pathogènes (champignons, bactéries).

👎 **Inconvénients** : hausse turbidité, nécessitant filtration mécanique à la suite, faible débit, coût, contrôle du potentiel redox (O₃ dosage difficile).

5. Dégazage et oxygénation

Principe : oxygéner les bassins, fournir du O₂ aux bactéries nitrifiantes, et dégazage du CO₂ et autres gaz toxiques (rejets métaboliques du poisson...). Dans certains cas, le système permet également de créer des courants d'eau.

Il faut tenir compte des sources d'oxygène (air, oxygène liquide ou gazeux), et des moyens de l'apporter à l'eau.

Utilisation : aquaculture, stations d'épuration, etc.

Exemples :

- **Tubes en U** : L'eau chute dans un tube profond central où l'air est injecté, et sous l'effet de la pression hydrostatique*, le transfert de l'oxygène est optimisé et provoque une émulsion eau-oxygène.
- **Aérateurs de surface** : moteurs immergés sous la surface, à pales ou à brosses, à jet dirigé ou non.



- **Hydro-éjecteurs** : L'eau pompée passe dans un système en dépression, le courant d'eau provoque une aspiration d'air, le mélange eau - air en microbulles est projeté (effet venturi*).
- **Chutes et cascades** : passage de l'eau à travers une grille et une colonne, permettant de former des gouttelettes.
- **Cône** : sous l'effet de la pression, le dioxygène se dissout dans l'eau dans le cône et l'eau oxygénée sort du bas du cône.
- **Soufflantes ou surpresseurs** : l'air pompé est injecté dans les bassins à l'aide de diffuseurs (tubes pvc perforés, « sucres », tuyaux poreux) ou d'injecteurs.
- **Oxygène liquide** : source d'oxygène, avec système de diffusion.
- **Système de production d'oxygène VSA et PSA** (basse et haute pression)

👉 **Avantages** : peu coûteux, efficace (oxygénation, dégazage), dépend du système.

👎 **Inconvénients** : équipement, dépend du système.

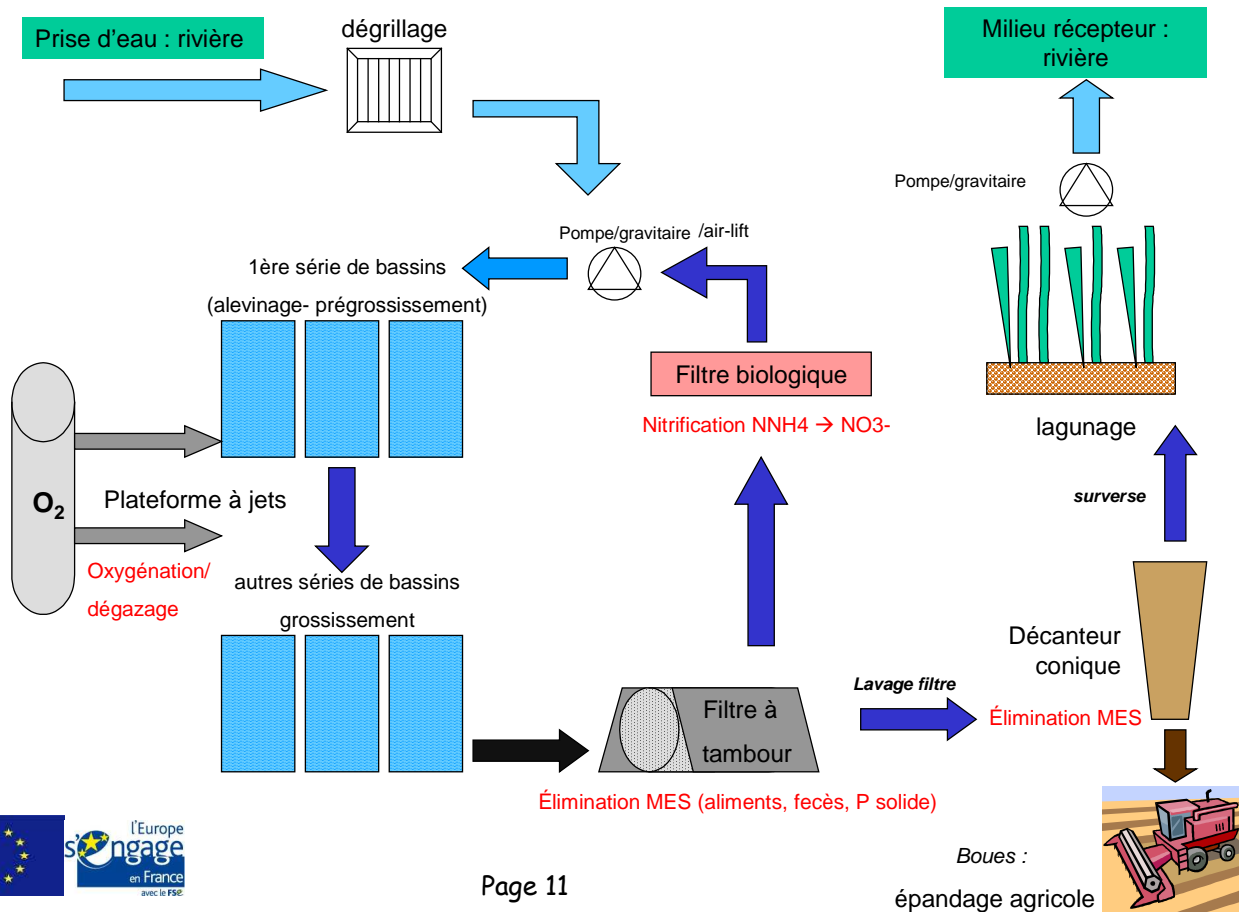
6. Exemples d'application de traitements

En fonction des installations de l'élevage salmonicole, les moyens à mettre en œuvre pour traiter les effluents vont différer (cf. paragraphe 1). Voici quelques exemples de systèmes de traitement, à l'échelle d'une salmoniculture en circuit recyclé ou recirculé, et un exemple de valorisation des boues de pisciculture.

6.1. Salmoniculture en système recirculé

Principe : permet le recyclage d'une partie de l'eau d'élevage afin de limiter le prélèvement d'eau, moyennant un effort de traitement.

Exemple : Principe des traitements des effluents salmonicoles : schéma simplifié



👉 **Avantages** : limiter la prise d'eau (et sécurité vis-à-vis du débit à l'étiage), la consommation énergétique et le risque de dissémination de pathogènes (diminuer l'impact environnemental), faibles débits et donc effluent plus concentré donc plus facile à traiter pour les MES, rendement élevage, contrôle de la qualité d'eau.

👎 **Inconvénients** : nécessite des systèmes de traitement efficaces, risques colmatage / saturation bactéries nitrifiantes, coût des installations, impose une surveillance sanitaire accrue, consommation d'énergie (O₂ liquide, pompage, filtres...).

Globalement, l'analyse environnementale par ACV* (source : thèse E. Roque) montre que les circuits recirculés sont moins impactant que les circuits ouverts, excepté pour la consommation d'énergie (20%). D'autre part, le bien-être du poisson (pour une charge en poisson max. de 108 kg/m³) est respecté avec un IC* meilleur qu'en circuit ouvert dans le cas étudié.

6.2. Comparaison de l'efficacité des traitements

Il convient de comparer les différents systèmes de traitements des rejets solides et dissous (efficacité et rendement) :

■ Comparaison de l'efficacité de différents systèmes

Traitements	Efficacité du traitement (en %)		
	MES*	PT*	DBO5*
Filtration mécanique	35 - 55	31 - 71	21 - 39
Décantation	20 - 36	15 - 37	25 - 13
Décantation + filtration biologique	17 - 73		4 - 125
Filtration mécanique + décantation	34 - 54	4 - 70	
Filtration mécanique + décantation + filtration biologique	38 - 61		

Source : D'après Heerfordt, 1991, in Roque d'Orbcastel, thèse 2008.

■ Comparaison de rendements en fonction des systèmes de traitements

	Rendement minimal marais (%)	Rendement maximal marais (%)	Décantation (%)	Filtration (%)
MES	47	98	58-97	50-74
DCO/DBO5	25/24	95/90		
NT	19	93		
N-NO ₂	44	90		
N-NO ₃	38	68		
AAT	37	98		
PT	32	91	34	49-63
P-PO ₄	5	90		

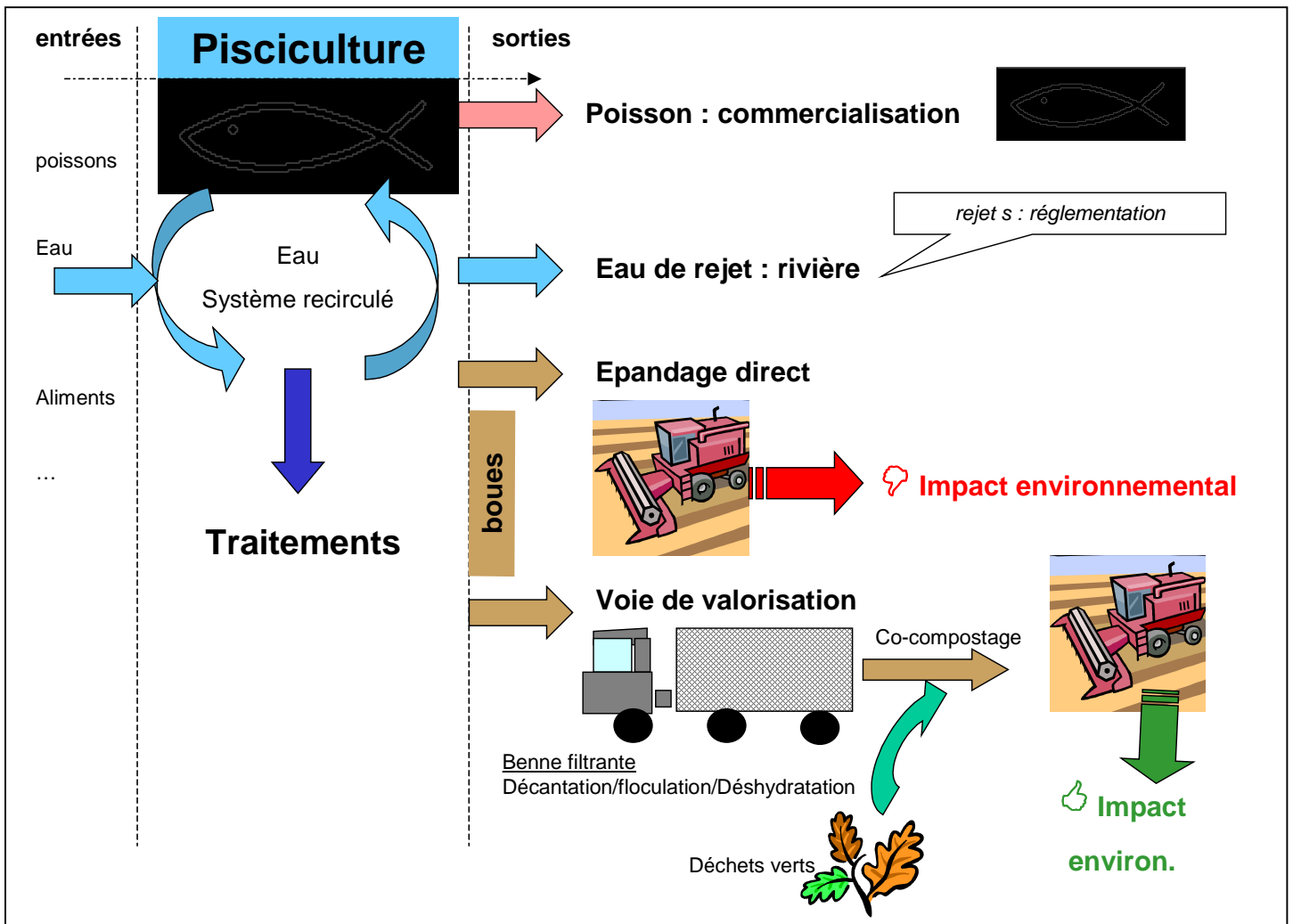
Source : Compilation de données, in Roque d'Orbcastel, thèse 2008.

🖋️ **Note** : il n'existe pas de données sur les émissions gazeuses (N₂, NO₂, NH₃, CH₄) dans ces systèmes de traitement.

6.3. Valorisation des boues : expérimentations STEB*, INRA, CAD22*

Principe : valorisation des boues issues des élevages salmonicoles par déshydratation et compostage*.

Expérimentations : Les boues, issues des décanteurs de salmoniculture ou du contre-lavage des filtres, sont acheminées avec une pompe vers une benne filtrante (Iroise environnement) qui est équipée d'une toile filtrante de 750 µm et un floculant* est ajouté aux boues (décantation supplémentaire). Le principe est de concentrer les boues, les déshydrater (récupération de l'effluent, pour le rendre pelletable, 15% matière sèche mini.) puis de les composter avec des déchets verts avant épandage afin de limiter le lessivage des N et P surtout. Ceci nécessite de condamner un bassin pour le stockage des boues. Dans les cas classiques, les boues sont directement épandues sur des terres agricoles (selon les plans d'épandage), comme amendement organique.



Perspectives (source : STEB) :

Après comparaison par ACV (analyse du cycle de vie*) des 2 méthodes, il apparaît que l'impact environnemental est moins élevé pour la méthode benne filtrante en ce qui concerne l'eutrophisation*, l'effet de serre, acidification, la consommation d'énergie par rapport à l'épandage direct, sauf pour la main d'oeuvre. Les émissions gazeuses (N₂, NO₂, NH₃, CH₄) n'ont pas été prises en compte.



Perspectives :

- Amélioration de la benne et du compostage, obtention de pellets
- Evaluation de la quantité de boues traitable et flux autorisé
- Evaluation du coût de l'opération

👉 **Avantages :** diminution de l'impact environnemental comparé à l'épandage direct, bonne rétention de la MES, diminution du volume, le compostage est efficace et permet une bonne valorisation et une exportation hors du site de production.

👉 **Inconvénients :** nécessite un stockage des boues au préalable (risque lessivage N et P), main d'œuvre, coût, concurrence avec d'autres amendements, ZES*, utilisation de flocculants dont le devenir est incertain.

Autres expériences sur les boues :

- Aquinove, 1995
- ADAPRA (2003 - 2005)

7. Conclusion

La réglementation impose des résultats en terme de qualité d'eau et indirectement de la mise au point de systèmes de traitement efficaces des effluents afin de limiter l'impact environnemental des salmonicultures sur le milieu naturel. L'analyse des sites du point de vue environnemental peut être réalisé à partir d'indicateurs tels que l'ACV ou l'empreinte écologique, mais elle doit être complétée par toutes les approches du développement durable. Des outils d'évaluation de la durabilité existent en pisciculture : EVAD* ou encore IDAqua* et permettent au pisciculteur d'avoir un diagnostic global de son exploitation. Plusieurs solutions existent donc pour un pisciculteur, qu'il convient d'associer en fonction de son exploitation, de sa production pour être efficace.



Lexique

- **AAT** : azote ammoniacal total (NH₃ et NH₄⁺).
- **ACV** : analyse du cycle de vie ; méthode d'évaluation de l'impact environnemental d'un produit suivant tout le processus de production (des matières premières au produit fini et son recyclage).
- **Anoxie** : diminution de l'oxygène dissous dans l'eau.
- **Autotrophe** : se dit d'un organisme capable de produire sa propre matière organique à partir de lumière, matière minérale et eau.
- **Bactéries aérobies** : bactéries dont l'activité nécessite la présence d'oxygène.
- **CAD 22** : Côtes d'Armor Développement
- **Cemagref** : institut de recherche pour l'ingénierie de l'agriculture et de l'environnement.
- **CIPA** : comité interprofessionnel des produits de l'aquaculture
- **Compostage** : processus biologique permettant la valorisation de déchets organiques en un produit stabilisé riche en composés humiques.
- **Curlers** : médias plastiques (billes) pour biofilm bactérien.
- **DBO5** : demande biologique en oxygène après 5 jours, quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes pour l'oxydation la matière organique d'un échantillon.
- **DCE** : Directive Cadre sur l'Eau
- **DCO** : demande chimique en oxygène, quantité d'oxygène consommée par des oxydants chimiques pour l'oxydation de la matière organique d'un échantillon. Permet d'estimer la charge globale de pollution.
- **Digestibilité** : capacité d'un aliment/matière organique à être décomposé ou digéré par un organisme. Capacité à être digéré.
- **Effet Venturi** : phénomène de dynamique des fluides, accélération de particules gazeuses liée à un rétrécissement de la section du conduit, qui engendre également une diminution de la température et une augmentation de la condensation.
- **Eutrophisation** : phénomène de déséquilibre d'un milieu aquatique (dystrophie), lié en général à un apport excessif en sels nutritifs (ex : nitrates), provoquant par exemple des marées vertes et des blooms phytoplanctoniques.
- **EVAD** : outil de co-construction d'indicateurs autour de l'évaluation de l'aquaculture durable.
- **FFA** : Fédération française d'aquaculture
- **Floculant** : polymère permettant l'agrégation des colloïdes sous forme de flocs plus volumineux.
- **Hyperplasie** : augmentation du volume d'un tissu liée à une augmentation du nombre de cellules (ex : tumeurs).
- **IC** : indice de conversion alimentaire (aliment distribué/biomasse de poissons produits)
- **ICPE** : installation classée pour la protection de l'environnement.
- **IDAqua** : Indicateurs de la durabilité en aquaculture.
- **INRA** : Institut national de recherche agronomique
- **Loi de darcy** : débit d'eau capable de s'écouler par gravité et capillarité à travers un milieu poreux.



- **MES** : matières en suspension
- **Mutagène** : se dit d'un composé susceptible d'engendrer des modifications des séquences d'ADN (mutations) et donc de l'information génétique.
- **Osmorégulation** : systèmes de régulation des concentrations internes en sels dans un organismes.
- **Pathogènes** : se dit d'un organisme pouvant apporter des maladies.
- **Pouzzolane** : roche volcanique servant de média à la fixation de bactéries.
- **Pression hydrostatique** : pression exercée au dessous de la surface d'un liquide par le liquide situé au dessus.
- **PT** : phosphore total
- **Refus alimentaire** : qui n'est pas ingéré par le poisson
- **STEB** : syndicat des truites d'élevage de Bretagne
- **ZES** : zone en excédent struturel



Pour en savoir plus...



Bibliographie et liens utiles

Ouvrages :

Aquaculture, sous la direction de Christiane Ferra, Editions Vuibert, Paris, 2008, 1264 p.

Aubin, J., Papatryphon, E., Van Der Werf, H.M.G., Petit, J. & Morvan, Y.M., 2006. Characterization of the environmental impact of a turbot (*Scophthalmus maximus*) re-circulating production system using Life Cycle Assessment. *Aquaculture*, 261 : 1259-1268.

Cho, C.Y. & Bureau, D.P., 1997. Reduction of waste output from salmonid aquaculture through feeds and feedings. *The Progressive Fish Culturist*, 59: 155-160.

Cho, C.Y. & Bureau, D.P., 2001. A review of diet formulation strategies and feeding systems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. *Aquaculture Research*, 32: 349-360.

Blancheton, J.P., Dosdat, A., Deslous Paoli & J.M., 2004. Minimisation des rejets biologiques issus d'élevages de poissons. *Aquaculture et Environnement*, 67-78.

Fauré, A., 1983. Salmoniculture et Environnement, volume 1. Evaluation de la pollution rejetée par les salmonicultures intensives. CEMAGREF, Bordeaux, Etude n°16, 71 pp.

Kaushik, S.J., 1990. Nutrition et alimentation des poissons et contrôle des déchets piscicoles. *La pisciculture française*, 101: 14-23

Papatryphon, E., Petit J., Hayo, V., Kaushik, S.J. & Claver, K., 2005. Nutrient balance modelling as a tool for environmental management in aquaculture : The case of trout farming in France. *Journal of Environmental Management*, 35: 161-174.

Petit, J., *et al.* Environnement et Aquaculture, tome 1 : aspects technologiques et économiques. Editions INRA, Paris, 1999. 214 p.

Petit, J. Méthode biologique d'estimation des rejets (formules). Note méthodologique INRA UMS SAS, 4 octobre 2002.

SORDAC, Traitement des boues piscicoles par marais artificiel et lit filtrant de déphosphatation. Fiche technique n°2006.1, *Aquaculture*, 2006.

Marcotte, D., Evaluation et optimisation des performances des technologies de traitement des rejets piscicoles. Document de transfert de technologie, n°2007.1, SORDAC, novembre 2007.

Roque d'Orbcastel, E., Optimisation de deux systèmes de production piscicole : biotransformation des nutriments et gestion des rejets, thèse soutenue en 2008, 144 p.

Roque d'Orbcastel, E. & Blancheton, J.P., 2006. The wastes from marine fish production systems : characterization, minimization, treatment and valorization. *World aquaculture*, 37, 3, 28-35, 70.

Rapport phase II du projet pilote de valorisation des boues en salmoniculture, Adapra. 1995



Présentations du colloque : Une profession responsable : la maîtrise de l'impact de l'effluent en salmoniculture, les 9 et 10 octobre 2008, Lycée de Brehoulou, Fouesnant.

@ **Sites internet :**

<http://www.lepisciculteur.com/>
<http://www.aquaculteurs.com/>
<http://wwz.ifremer.fr/aquaculture/>
<http://www.aqualog-international.com/fr/regbret.htm>
<http://www.aquafilia.fr/v3/>
http://www.lapisciculture.com/scripts/site/01_accueil.php?cont_id=1
<http://www.cemagref.fr>
<http://aquatreat.org> (manuel .pdf à télécharger)
<http://lenntech.fr>

CF. fiche sur la réglementation en salmoniculture

Rédaction de la fiche : Hélène Laguerre, AGROCAMPUS OUEST / Beg-Meil helene.laguerre@educagri.fr

Relecture et validation scientifique et technique :

Joël Aubin, INRA - UMR SAS Rennes, joel.aubin@rennes.inra.fr

Vincent Gayet, INRA Station du Drennec, vincent.gayet@rennes.inra.fr

👁 Crédit photos : Rémi Bertran

remi.bertran@educagri.fr

✍ Figures :

Hélène Laguerre

helene.laguerre@educagri.fr