

ESA
55 rue Rabelais
49 007 ANGERS

GIE Recherche Aquacole
Station IFREMER
Chemin de Maguelone
34 250 Palavas-les-Flots

QUANTIFICATION DES REJETS
D'UNE FERME PISCICOLE DE LOUP
(*Dicentrarchus labrax L.*)
BILANS DE MASSE : N, P ET C

GARIDOU Cécile

Elève-ingénieur ESA
Travail dirigé par LEMARIE G.

Mémoire de Fin d'Etudes
Promotion 89
Octobre 1994

AUTEUR : GARIDOU C.

Promotion : 1989

Patron de mémoire : LEMARIE G.

Signalement du mémoire :

**Quantification des rejets d'une ferme piscicole de loup (*Dicentrarchus labrax L.*).
Bilans de masse : N, P et C.**

110 p.

42 tableaux, 13 schémas, 11 graphiques et 82 p. d'annexes.

Si la production piscicole du loup (*Dicentrarchus labrax L.*) connaît actuellement une croissance exponentielle en Europe du Sud, il est indispensable, pour mieux réfléchir les structures d'élevage, d'en maîtriser les rejets. Pour cela, il est primordial de quantifier les rejets de cette espèce de manière à proposer des ratios d'excrétion simples, facilement exploitables par l'éleveur. C'est à partir des bilans de masse de l'azote, du phosphore et du carbone établis sur une pisciculture travaillant de façon intensive et 4 lots (24,5 à 362,5 g de poids moyen) appartenant à son cheptel, que nous avons construit ces ratios. Chaque lot a été suivi pendant 1 mois et la pisciculture dans sa globalité 2 mois. Les bilans de masse établis pour l'azote et le phosphore sont équilibrés (intrants = extrants) mais jamais avec précision contrairement à ce que l'on peut lire dans la bibliographie. Les principaux rejets déterminés ont été liés aux biomasses en présence ainsi qu'à la quantité d'aliment distribué. L'excrétion carbonée du loup n'a pas pu être clairement définie. D'après ces suivis, le phosphore serait l'élément le mieux utilisé par le loup au vu des apports alimentaires. Les quantités d'azote, phosphore et carbone rejetées par l'élevage sont considérables puisque pour l'azote et le carbone 90 % de l'ingéré qui seraient rejetés dans le milieu ambiant.

ESA
55 rue Rabelais
49 007 ANGERS

GIE Recherche Aquacole
Station IFREMER
Chemin de Maguelone
34 250 Palavas-les-Flots
LEMARIE Gilles



QUANTIFICATION DES REJETS
D'UNE FERME PISCICOLE DE LOUP
(*Dicentrarchus labrax L.*)
BILANS DE MASSE : N, P ET C



Mémoire de Fin d'Etudes
Promotion 89
Octobre 1994

GARIDOU Cécile
Elève-ingénieur ESA
Travail dirigé par LEMARIE G.

Il n'est pas toujours évident de lister avec exactitude les personnes qui, de près ou de loin, ont collaboré à un travail. Aussi, vais-je remercier ceux qui, selon moi, ont participé activement aux nombreuses réflexions et travaux retranscrits dans ce document :

- en premier lieu, mon maître de stage et patron de mémoire, G. LEMARIE, suffisamment breton pour que les débats soient animés et mon encadrement réussi,
- G. DUTTO, technicien supérieur, pour sa compétence et son sourire inébranlable,
- J. MELARD, analyste aguerrie, et J-P. BLANCHETON pour leur pédagogie,
- S. GARONNE et J-L. MARTIN pour leur efficacité,
- Hort, Jan et Thierry, techniciens hors pair d'Extramer, pour leur soutien et leur chaleureux accueil.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

ETAT DES CONNAISSANCES

Chapitre 1. Elevage du loup, <i>Dicentrarchus labrax</i>.	p. 3
1. Fiche signalétique du loup, <i>Dicentrarchus labrax</i> (Linne, 1758).	p. 3
1.1. <i>Position systématique.</i>	<i>p. 3</i>
1.2. <i>Particularités morphologiques.</i>	<i>p. 3</i>
1.3. <i>Habitat et biologie.</i>	<i>p. 3</i>
1.4. <i>Elevage.</i>	<i>p. 4</i>
2. Besoins alimentaires et alimentation.	p. 4
2.1. <i>Les besoins alimentaires.</i>	<i>p. 4</i>
2.1.1. <i>Les nutriments essentiels.</i>	<i>p. 4</i>
2.1.2. <i>Variation des besoins.</i>	<i>p. 4</i>
2.2. <i>La couverture des besoins nutritionnels et la qualité des aliments.</i>	<i>p. 4</i>
2.2.1. <i>Processus de fabrication et qualité physique.</i>	<i>p. 4</i>
2.2.2. <i>Couverture des besoins alimentaires</i>	<i>p. 5</i>
2.2. <i>Gestion de l'alimentation.</i>	<i>p. 7</i>
3. Influence des paramètres physico-chimiques de la qualité de l'eau sur les éléments O, N, P et C.	p. 8
3.1. <i>Taux d'oxygène dissous.</i>	<i>p. 8</i>
3.2. <i>L'azote.</i>	<i>p. 8</i>
3.2.1. <i>Azote ammoniacal.</i>	<i>p. 9</i>
3.2.2. <i>Toxicité des composés azotés.</i>	<i>p. 9</i>
3.3. <i>Le phosphore.</i>	<i>p. 10</i>
3.4. <i>Le carbone.</i>	<i>p. 11</i>
Chapitre 2. Modifications du milieu d'élevage liées à l'activité physiologique.	p. 13
1. Respiration.	p. 13
2. Excrétion des produits azotés solubles.	p. 14
2.1. <i>Bases métaboliques de l'excrétion azotée.</i>	<i>p. 14</i>
2.1.1. <i>Les métabolites et leurs voies d'élimination.</i>	<i>p. 14</i>
2.1.2. <i>Le catabolisme protidique, ammoniogenèse et uréogénèse.</i>	<i>p. 14</i>
2.2. <i>Quantification de l'excrétion azotée.</i>	<i>p. 15</i>
2.2.1. <i>Excrétion ammoniacale et uréique.</i>	<i>p. 15</i>
2.2.2. <i>Proportions relatives de l'azote ammoniacal et de l'urée dans l'excrétion azotée.</i>	<i>p. 19</i>
2.2.3. <i>Excrétion endogène.</i>	<i>p. 19</i>
2.2.4. <i>Estimation des rejets azotés.</i>	<i>p. 20</i>
3. Excrétion des produits phosphorés solubles.	p. 20
3.1. <i>Utilisation métabolique du phosphore.</i>	<i>p. 20</i>
3.1.1. <i>Rôle du phosphore.</i>	<i>p. 20</i>
3.1.2. <i>Besoin des poissons en phosphore.</i>	<i>p. 20</i>
3.1.3. <i>Excrétion phosphorée.</i>	<i>p. 21</i>

4. Excrétion solide.	p. 22
4.1. <i>Les matières fécales.</i>	<i>p. 22</i>
4.2. <i>L'azote fécal.</i>	<i>p. 23</i>
4.3. <i>Le phosphore fécal.</i>	<i>p. 23</i>
Chapitre 3. Bilan des apports.	p. 24
1. Bilans théoriques.	p. 24
1.1. <i>Généralités.</i>	<i>p. 24</i>
1.2. <i>Exemple de bilan de masse.</i>	<i>p. 25</i>
2. Facteurs de variations des rejets.	p. 26
2.1. <i>L'aliment distribué.</i>	<i>p. 26</i>
2.2. <i>Autres facteurs de variation.</i>	<i>p. 26</i>
2.3. <i>Impact sur la construction des bilans de masses.</i>	<i>p. 26</i>
3. Bilans d'azote, de phosphore et de carbone.	p. 27
3.1. <i>Bilan azoté.</i>	<i>p. 27</i>
3.2. <i>Bilan phosphoré.</i>	<i>p. 28</i>
3.3. <i>Bilan carboné.</i>	<i>p. 29</i>

MATERIEL ET METHODES

Chapitre 1. Objectifs et méthodologie de l'étude.	p. 31
Chapitre 2. Description de l'itinéraire technique de la ferme Extramer.	p. 33
1. Les infrastructures.	p. 33
1.1. <i>Station de pompage et de dégazage.</i>	<i>p. 33</i>
1.2. <i>Plates-formes à jets.</i>	<i>p. 33</i>
1.3. <i>Canaux d'arrivée et de sortie d'eau.</i>	<i>p. 34</i>
1.4. <i>Les bassins d'élevage.</i>	<i>p. 34</i>
1.5. <i>Autres installations.</i>	<i>p. 35</i>
2. La qualité de l'eau.	p. 35
2.1. <i>Caractéristiques physico-chimiques.</i>	<i>p. 35</i>
2.2. <i>Données existantes.</i>	<i>p. 36</i>
3. Itinéraire zootechnique de l'élevage.	p. 37
3.1. <i>Elevage.</i>	<i>p. 37</i>
3.1.1. <i>Alevinage.</i>	<i>p. 37</i>
3.1.2. <i>Biomasse.</i>	<i>p. 37</i>
3.1.3. <i>Mortalités et pathologies.</i>	<i>p. 38</i>
3.1.4. <i>Gestion des lots.</i>	<i>p. 38</i>
3.2. <i>L'alimentation.</i>	<i>p. 39</i>
3.2.1. <i>Composition de l'aliment et granulométrie.</i>	<i>p. 39</i>
3.2.2. <i>Rationnement et distribution.</i>	<i>p. 40</i>
3.2.3. <i>Comportement alimentaire.</i>	<i>p. 40</i>
3.2.4. <i>Livraisons.</i>	<i>p. 40</i>
3.3. <i>Tris, pesées et comptages.</i>	<i>p. 40</i>
3.3.1. <i>Tris et comptages.</i>	<i>p. 41</i>
3.3.2. <i>Suivi de la croissance.</i>	<i>p. 41</i>
3.4. <i>Pêche et ventes.</i>	<i>p. 41</i>
Chapitre 3. Analyse des contraintes.	p. 42
1. Production de routine.	p. 42
1.1. <i>Non validité du suivi global de la ferme Extramer.</i>	<i>p. 42</i>

1.2. Variations de stock et bilans de masses.	p. 42
2. Variations spatio-temporelles de la qualité de l'eau.	p. 43
2.1. Variations temporelles en entrée et en sortie de pisciculture.	p. 43
2.2. Autres processus susceptibles de faire varier la qualité de l'eau au cours de l'année.	p. 43
2.3. Variations spatiales de la qualité de l'eau.	p. 44
3. Composition corporelle du loup et alimentation.	p. 46
4.1. Composition corporelle du loup.	p. 46
4.2. Composition de l'aliment.	p. 46
4.3. Un mode particulier d'alimentation : les self-feeders.	p. 47
4.4. Gestion de l'alimentation.	p. 47
Chapitre 4. Mesures, campagnes préliminaires.	p. 48
1. Effet des plates-formes à jets.	p. 48
1.1. Dosage des composés carbonés.	p. 48
1.1.1. Matériel et méthode.	p. 48
1.1.2. Résultats, discussion et impact sur l'étude.	p. 49
1.2. Influence de la plate-forme à jets sur les paramètres physiques.	p. 49
1.2.1. Matériel et méthodes.	p. 49
1.2.2. Résultats et discussion.	p. 50
2. Répartition spatiale des MES.	p. 50
2.1. Matériel et méthodes.	p. 50
2.2. Résultats et discussion.	p. 50
3. Vérification de l'existence de variations temporelles de la qualité de l'eau de source et de rythmes nycthéméraux des rejets.	p. 53
3.1. Matériel et méthodes.	p. 53
3.2. Résultats et discussion.	p. 54
3.2.1. L'excrétion ammoniacale.	p. 54
3.2.2. L'excrétion solide.	p. 54
3.2.3. Impact des résultats sur le déroulement du suivi.	p. 55
4. Composition corporelle du loup.	p. 56
4.1. Matériel et méthodes.	p. 56
4.2. Résultats et discussion.	p. 56
5. Développement algal phytoplanctonique.	p. 57
5.1. Matériel et méthodes.	p. 57
5.2. Résultats et discussion.	p. 57
Chapitre 5. Protocole adopté.	p. 59
1. Suivi des lots de poids moyens déterminés.	p. 59
1.1. Matériel biologique.	p. 59
1.2. Conditions d'expérimentation :	p. 59
1.3. Dispositif expérimental.	p. 59
1.4. Suivi de l'alimentation.	p. 59
1.4.1. Prélèvement.	p. 60
1.4.2. Conservation.	p. 60
1.4.3. Analyses chimiques.	p. 60
1.5. Suivi des rejets.	p. 61
1.5.1. Prélèvement de l'eau.	p. 61
1.5.2. Conservation des échantillons.	p. 63
1.5.3. Analyses chimiques sur l'eau prélevée.	p. 63
1.6. Suivi de la biomasse.	p. 64
1.7. Suivi des paramètres physiques.	p. 67
2. Suivi global de l'exploitation.	p. 67
2.1. Matériel biologique.	p. 67

2.2. Conditions d'expérimentation.	p. 67
2.3. Dispositif expérimental.	p. 67
2.4. Suivi de l'alimentation.	p. 67
2.5. Entrée d'alevins.	p. 68
2.6. Suivi des rejets.	p. 68
2.7. Suivi du cheptel (variation de stock, pêches et morts).	p. 68
2.8. Paramètres physiques.	p. 69

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Chapitre 1. Performances zootechniques.	p. 72
1. Croissance et mortalité.	p. 72
2. Comportement alimentaire.	p. 72
3. Qualité de l'eau d'élevage.	p. 73
Chapitre 2. Bilans de masses de matière sèche et matières minérales.	p. 74
1. Matière sèche.	p. 74
2. Bilan de masse de la matière minérale.	p. 77
2.1. Suivi des lots.	p. 77
2.2. Suivi de la pisciculture.	p. 79
Chapitre 3. Bilans d'azote et rejets azotés.	p. 81
1. Suivi des lots.	p. 81
1.1. Présentation du bilan azoté de chaque lot et discussion.	p. 81
1.2. Rejets azotés en fonction du poids moyen.	p. 83
2. Suivi de la pisciculture.	p. 87
2.1. Présentation du bilan azoté et discussion.	p. 87
2.2. Rejets azotés à l'échelle de la pisciculture et confrontation avec les résultats du suivi par poids moyen.	p. 87
Chapitre 4. Bilan du phosphore et rejets phosphorés.	p. 90
1. Suivi des lots.	p. 90
1.1. Présentation du bilan phosphoré de chaque lot et discussion.	p. 90
1.2. Rejets phosphorés en fonction du poids moyen.	p. 92
2. Suivi de la pisciculture.	p. 93
2.1. Bilan de masse du phosphore.	p. 93
2.2. Rejets phosphorés de la pisciculture.	p. 95
Chapitre 5. Bilan du carbone et rejets carbonés.	p. 96
1. Bilans de masse du carbone.	p. 96
2. Rejets carbonés.	p. 96

CONCLUSION

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	P. 102
ANNEXES SOMMAIRE DES ANNEXES	P. 109

La production aquacole de poissons marins en Méditerranée est actuellement dans une phase de croissance exponentielle. Deux espèces représentent l'essentiel de la production : le loup (*Dicentrarchus labrax*) et la daurade (*Sparus auratus*). Les tonnages de ces productions sont, en effet, passés de 1 200 T en 1989 à 14 000 T en 1992. Pour 1996, on prévoit même des volumes de production de l'ordre de 30 à 40 000 T.

L'essentiel de la production est réalisé en cage dont les parois, constituées de filet, permettent, par les flux d'eau qui les traversent, d'apporter l'oxygène indispensable à la croissance et d'éliminer les déchets produits par l'élevage. L'ensemble de ceux-ci est ainsi rejeté, sans traitement particulier.

Ces déchets sont constitués, en partie, de substances dissoutes (essentiellement azote sous forme ammoniacale et phosphate) et de substances solides ou matières en suspension (M.E.S) organiques et minérales. Par leur accumulation, ils représentent un risque pour l'environnement : toxicité de l'ammoniaque, eutrophisation par les phosphates, turbidité induite par les MES, toxicité induite par la dégradation de la matière organique.

Si de nombreux travaux sur la qualité et la quantité des effluents piscicoles sont disponibles sur les salmonidés et la truite en particulier, il n'en est pas de même pour le loup et la daurade.

L'IFREMER a mis en place un programme "Environnement et Aquaculture", conjoint entre la Direction de l'Environnement Littoral et la Direction des Ressources Vivantes. La problématique de ce programme peut être synthétisée par ces quelques lignes tirées de la revue bibliographique concernant l'impact de la pisciculture marine intensive sur l'environnement de MERCERON et VIDEAU (1992) : "Pour prévoir l'impact d'un élevage sur le milieu environnant, il faut d'abord connaître, puis quantifier les différentes sources de pollution (consommation d'oxygène, excrétion, nourriture non consommée), en connaître les variations selon les différentes conditions du milieu et les espèces cultivées. Avec le développement de la pisciculture, de nombreuses études ont été réalisées en laboratoire ou sur des élevages expérimentaux. Ceci permettra de dégager des modèles physiologiques qui pourront être utilisés dans le cadre d'estimation des rejets d'un élevage. Cette estimation pourra être comparée aux résultats d'exploitations piscicoles opérationnelles. Ces dernières permettront, également, d'appréhender l'impact des rejets, tant sur les masses d'eau que sur les sédiments, et de mettre en évidence le rôle prépondérant de la circulation de l'eau, donc de son renouvellement, aussi bien dans l'élevage que dans l'environnement. Les prévisions d'impact relèvent à parts égales de modèles biologiques et de modèles physiques".

Il convient de souligner qu'une telle connaissance des rejets d'un élevage est indispensable dès lors qu'une réutilisation de l'eau est envisagée. Parce que l'équipe "Aquaculture en système clos" de la station IFREMER à Palavas-les-Flots maîtrise l'élevage du loup et progresse sans cesse sur l'élevage en circuit fermé, il devenait urgent de connaître davantage les rejets de ce poisson afin d'adapter au mieux les systèmes de recyclage de l'eau. La 1ère phase de cette recherche est d'établir, sur exploitation grandeur nature (production intensive), des bilans de masse (résoudre l'égalité entre les intrants et les extrants) et quantifier les principaux rejets (solides et dissous) de l'élevage du loup. L'étude qui suit en est le fruit. La 2ème phase du travail consistera à préciser davantage ces déchets piscicoles par des expérimentations opérées en halle expérimentale.

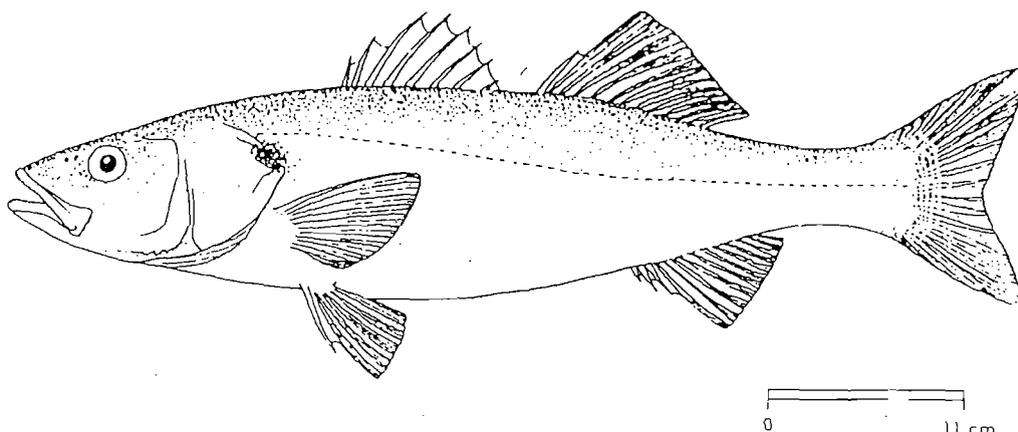
ETAT DES CONNAISSANCES

Chapitre 1. Elevage du loup, *Dicentrarchus labrax*.

1. Fiche signalétique du loup, *Dicentrarchus labrax* (Linne, 1758).

1.1. Position systématique.

Téléostéen de la famille des Serranidés, le loup ou bar colonise l'ensemble des côtes méditerranéennes. Cette espèce est également présente en Atlantique Nord, en Mer Baltique ainsi qu'en Mer du Nord.



Noms vernaculaires (FISCHER, 1973)

F.A.O.	anglais	European Seabass
	espagnol	Lubina
	français	Bar européen

1.2. Particularités morphologiques.

Le corps du loup est allongé et doté de 2 nageoires dorsales séparées. Son dos est gris ou bleuâtre et ses flancs argentés. Sa première nageoire dorsale possède 8 à 10 épines, la seconde une seule épine plus une dizaine de rayons mous. *Dicentrarchus punctatus* se distingue facilement du genre *labrax* par les taches sombres qui ponctuent son dos et ses flancs.

Taille maximale : 100 cm; commune : 20 à 55 cm.

1.3. Habitat et biologie.

Espèce grégaire et côtière qui fréquente les eaux peu profondes recouvrant des fonds variés, le loup apprécie les lagunes saumâtres et l'embouchure des rivières. Eurytherme et euryhalin, le bar tolère des eaux dont les températures varient de 5 à 27°C et des salinités de 7 (voire 0, LEMARIE, 1993) à 90 g/l.

Les loups sont des prédateurs voraces se nourrissant de petits poissons en bancs et d'une large variété d'invertébrés benthiques : crevettes, crabes, calmars et autres.

Chez *Dicentrarchus labrax*, les sexes sont bien séparés bien qu'il appartienne à une famille où l'hermaphrodisme est fréquent (cas du mérout, *Epinephelus* sp.). La maturité sexuelle est atteinte plus vite chez les mâles que chez les femelles (mâles : 2-3 ans; femelles : 4-5 ans) et plus rapidement en Méditerranée qu'à des latitudes plus nordiques. La saison de ponte est annuelle (janvier en Méditerranée).

1.4. Elevage.

3 phases distinctes caractérisent l'élevage du loup :

- l'obtention d'alevins sevrés en éclosure grâce à la maîtrise de la reproduction;
- le prégrossissement réalisé dans des bacs à terre (de 0,3 g à 5-10 g);
- le grossissement proprement dit des poissons jusqu'à la taille commercialisable (300 g minimum) effectué dans des bacs à terre ou dans des cages immergées.

2. Besoins alimentaires et alimentation.

2.1. Les besoins alimentaires.

2.1.1. Les nutriments essentiels.

Les acides aminés essentiels

Les dix acides aminés indispensables aux poissons sont les mêmes que pour l'ensemble du monde animal : arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, méthionine, phénylalanine, thréonine, tryptophane, valine. Chez le loup, les besoins en acides aminés n'ont pas été déterminés directement mais par l'étude de la composition de l'oeuf. Il est surprenant que des études plus poussées n'aient pas été réalisées.

Les acides gras essentiels

Les poissons présentent un besoin en acides gras de la série $\omega 3$ et les poissons marins en particulier requièrent les acides à longue chaîne de cette série parce qu'ils sont incapables d'effectuer la désaturation-élongation de l'acide linoléique (COWEY et SARGENT, 1979).

2.1.2. Variation des besoins.

Les besoins azotés des bars augmentent avec l'âge. L'étude de l'excrétion azotée chez le loup indique que la tendance à l'ammoniotélisme est renforcée par la dilution du milieu d'élevage, ce qui laisse supposer une meilleure utilisation des protéines à des fins énergétiques dans un tel cas de figure (ALLIOT, 1982).

2.2. La couverture des besoins nutritionnels et la qualité des aliments.

2.2.1. Processus de fabrication (cf. page 4) et qualité physique.

Le principe de fabrication des granulés suit le schéma reporté à la page suivante (MELCION, 1986).

Deux méthodes de fabrication distinctes sont utilisées pour la fabrication des aliments : le pressage à sec et la cuisson-extrusion.

Le *pressage à sec* peut être défini comme l'agglomération de petites particules en un solide de forme et de texture définie, par action de la pression, de l'eau et de la chaleur. La qualité des agglomérés est caractérisée par leur dureté, leur friabilité, leur stabilité à l'eau, flottabilité et aptitude à la réhydratation.

La *cuisson-extrusion* consiste à forcer un produit farineux à travers un orifice de petite taille (la filière) sous l'action de pressions élevées (30 à 120 bars). Une partie de l'énergie communiquée est transformée en chaleur : le produit subit alors une cuisson. L'eau contenue dans le produit se vaporise (phénomène d'expansion). L'extrudat est ensuite coupé, refroidi et séché.

Le procédé de cuisson-extrusion améliore de façon sensible la digestibilité des protéines et de la cellulose. De plus, l'amidon contenu dans le mélange subit, en présence d'eau, du fait de la température et de la vapeur une dénaturation et une hydrolyse partielle; il est alors plus digestible. La structure alvéolaire du granulé extrudé permet de l'enrichir en lipides jusqu'à 20-22 %.

La présence de fines poussières est imputable à de mauvais process de fabrication ou à la manutention. Ces poussières sont particulièrement gênantes dans le cas où la distribution est mécanique.

2.2.2. Couverture des besoins alimentaires.

Sources d'azote et disponibilité

Les protéines alimentaires sont très bien digérées par les poissons (> 80 %). Ceci provient du fait que, chez la plupart des Téléostéens, tout l'équipement nécessaire à la dégradation des protéines alimentaires est présent dès leur plus jeune stade. Les différences de digestibilité pouvant apparaître sont plutôt liées à la qualité des protéines ingérées qu'à leur quantité.

La digestibilité des matières grasses est très bonne chez les poissons (> 90 %). Par contre, la capacité de digestion est très variable d'une espèce à l'autre. Si la digestibilité des protéines et de l'énergie brute est peu affectée par la température, au contraire, la digestibilité de certaines matières grasses peut en être affectée.

Les apports azotés doivent être suffisants pour couvrir à la fois les dépenses d'entretien des poissons c'est à dire l'excrétion endogène et les besoins engendrés par la croissance. Le taux de protéines requis dans l'alimentation est presque toujours compris entre 30 et 50 % (LUQUET et KAUSHIK, 1981). Pour le loup, dans sa première année, ce taux atteint 50 %. Les nutriments classiquement chargés de fournir l'énergie (lipides et glucides) peuvent être utilisés pour épargner des protéines.

L'apport énergétique est en majeure partie réalisé par les lipides. Toutefois, les teneurs des aliments en lipides doivent être suffisamment raisonnables pour éviter d'une part la diminution d'appétence engendrée par des teneurs lipidiques trop élevées et d'autre part l'engraissement des poissons d'élevage. La fourniture d'énergie par les glucides chez les poissons est relativement limitée.

Compte-tenu de l'utilisation des protéines à des fins énergétiques par le poisson et de la possibilité d'en épargner par un apport de lipides et de glucides, un rapport optimal énergie/protéines est recherché. D'après les travaux d'ALLIOT et al. (1974), ce rapport serait compris entre 7 et 8 kcal/g de protéine dans l'aliment pour le loup.

L'emploi de farines de poisson est très répandu dans l'alimentation des Téléostéens parce que les mêmes équilibres entre les acides aminés essentiels se retrouvent d'une espèce à l'autre (NOSE, 1979). Le problème majeur affectant la qualité des farines de poisson est l'oxydation des lipides en cours de fabrication. La couverture des besoins acides gras essentiels est assurée par les huiles de poisson ou de foie de poisson. La conservation de la vitamine C est également difficile à assurer.

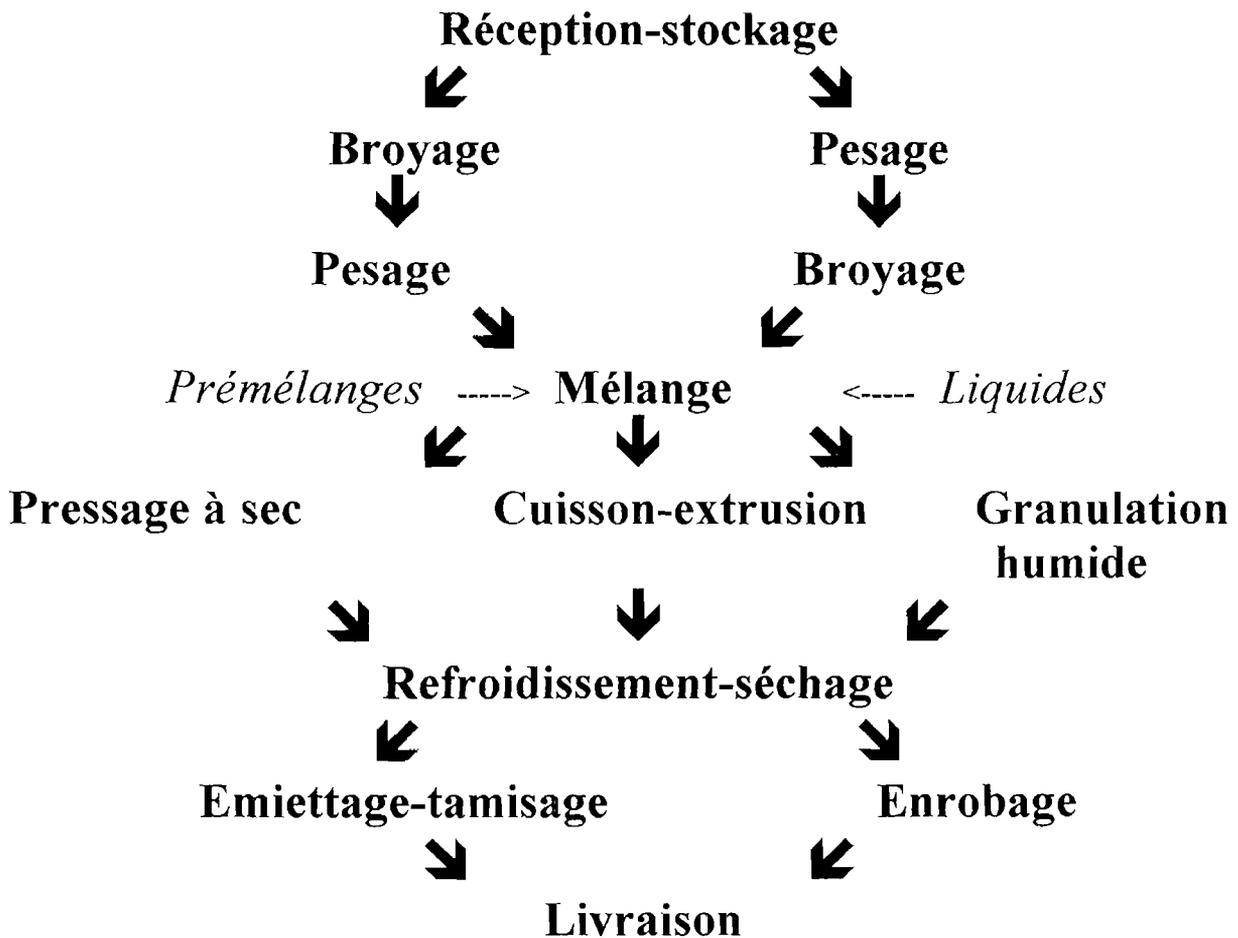


Schéma 1. Process de fabrication des granulés (MELCION, 1986).

Sources de phosphore et disponibilité

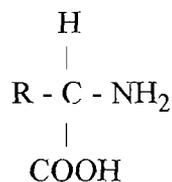
Le besoin en phosphore des salmonidés se situe entre 7 et 8 g/kg d'aliment.

L'alimentation est la principale source de phosphore (les poissons étant incapables d'incorporer les phosphates de l'eau). Les farines de poissons renferment de grandes quantités de phosphore (20 à 50 g de P/kg d'aliment) et la disponibilité de ce P peut varier de façon significative entre espèces. Le phosphore phytique est très peu disponible pour les poissons.

Le phosphore intervient principalement dans les mécanismes de stockage ou de libération d'énergie. Cette réserve se situe au niveau des liaisons P - P existant dans les molécules particulières que sont : les Adénosine mono, di, et triphosphates (AMP, ADP et ATP).

Substrats carbonés

Les protides, constituants les plus importants de la matière vivante, sont à la base de la matière protoplasmique et cytoplasmique. Ils sont constitués par un assemblage de corps simples : les acides aminés. Ceux-ci sont structurés de la façon suivante :



Un ou plusieurs groupements acides COOH et un ou plusieurs groupements aminés NH₂ sont liés au même atome de C.

Les glucides, quant à eux, étaient autrefois désignés sous le nom d'hydrates de carbone parce qu'ils répondent à la formule générale : C_m (H₂O)_n.

Les lipides, simples ou complexes, sont des esters d'acides gras et d'alcool plus ou moins complexes.

2.2. Gestion de l'alimentation.

L'alimentation des poissons en grossissement est constituée d'aliment sec composé, commercialisé sous différentes formes (miettes, granulettes...) dont la composition se situe à 45 % de protéines et 9-15 % de lipides.

Des distributions courtes mais fréquentes tout au long de la journée sont favorables à la croissance et ceci d'autant plus si l'aliment est projeté sur une grande surface. Dans le cas de l'utilisation de distributeurs libre-service, la croissance est relativement homogène.

Le taux de nourrissage varie selon les élevages et le poids des animaux. Pour le loup, BARNABE (1986) indique la table suivante (pour une température de l'eau de 20-25 °C) :

Poids (g)	Taux de nourrissage
0,4-1	6-8 %
1-5	3-6 %
5-20	3 %
20-50	2,5 %

Le taux de conversion varie beaucoup : des valeurs de 1,9 à 3 sont le plus souvent citées.

Indépendamment des espèces, il serait possible, par une formulation raisonnée d'aboutir à des taux de digestibilité du phosphore d'environ 60-70 % (OGINO et al., 1979). Le phosphore d'une farine de poisson de bonne qualité est, par exemple, digestible à 60 % par la truite arc-en-ciel (DOSDAT, 1992). La digestibilité du phosphore serait inférieure à la digestibilité globale de la plupart des aliments.

Les pertes d'aliment dues aux mauvaises pratiques d'alimentation (non-respect des tables, tables inadaptées) conduit à une perte économique mais aussi à une augmentation des déchets piscicoles.

3. Influence des paramètres physico-chimiques de la qualité de l'eau sur les éléments O, N, P et C.

3.1. Taux d'oxygène dissous.

Le taux d'oxygène dissous, modifié par la respiration des poissons, est un des éléments révélateurs de la qualité de l'eau. En élevage de loup, des taux d'oxygène dissous de 2 mg/l ne sont pas létaux s'ils sont de courte durée (BARNABE, 1986).

Les facteurs intervenant pour fixer la quantité maximale d'oxygène que peut dissoudre l'eau sont : la température, la pression atmosphérique et la salinité. En effet, les effets suivants sont observables :

- toute augmentation de la température induira une diminution de la capacité de l'eau à dissoudre l'oxygène;
- l'augmentation de la pression atmosphérique conduit à une augmentation de la dissolution de l'oxygène;
- l'augmentation de la salinité diminue la capacité de l'eau à dissoudre l'oxygène.

3.2. L'azote.

Dans un milieu aérobie, matières organiques azotées et sels ammoniacaux se transforment en nitrites puis en nitrates en consommant de l'oxygène, c'est la nitrification. Elle recouvre deux réactions successives :

- la nitrification due à l'action de bactéries nitreuses (Nitrosomonas, Nitrosocystis,...),
- la nitrification, oeuvre des bactéries des genres : Nitrobacter, Nitrocystis...

Dans l'eau, l'urée, produit de la dégradation des protéines, peut être hydrolysée en azote et en dioxyde de carbone. L'azote ammoniacal, quant à lui, est oxydé en nitrites puis nitrates par des bactéries nitrifiantes.

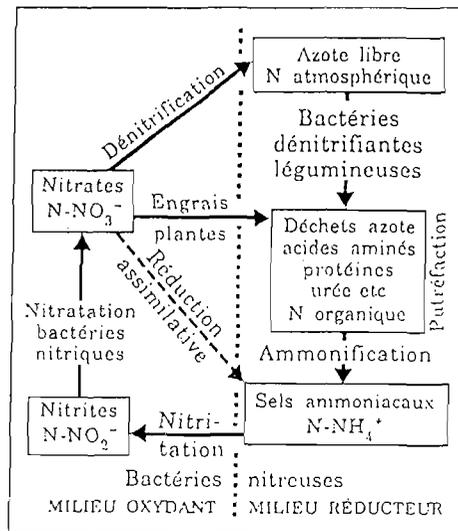


Schéma 2. Le cycle de l'azote.

3.2.1. Azote ammoniacal.

Au contact de l'eau, l'ammoniac s'ionise en ion ammonium selon la réaction :



Cette réaction réversible est très sensible aux divers paramètres physico-chimiques de l'eau.

La somme des formes NH₃ et NH₄⁺ est appelée azote ammoniacal. L'équilibre de cette réaction est régi par différents facteurs : la température, la salinité et le pH.

pH	16°C	20°C
7	0,3	0,4
8	2,9	3,8

Tableau 1. Pourcentage d'ammoniac (NH₃) en solution aqueuse en fonction du pH et de la température.

La part de NH₃ (forme non-ionisée toxique) augmente avec le pH et la température ou encore lorsque la salinité diminue. En eau de mer, le pH est relativement constant et voisin de 8,2; aussi, l'étude de la chimie de l'azote concerne-t-elle davantage l'eau douce sujette à des variations importantes de pH.

3.2.2. Toxicité des composés azotés.

. Azote gazeux

En cas de sursaturation, l'azote gazeux (N₂) peut être néfaste à l'élevage.

. Azote ammoniacal

D'après les travaux de HAYWOOD (1983), les limites supérieures du taux d'ammoniac se situeraient pour des poissons marins à :

NH ₃ (µg/l)	50
Azote ammoniacal (mg/l)	2,5

Pour GUERIN-ANCEY (1976), la toxicité de l'ammoniac pour le loup se situerait à 10 mg/l.

La toxicité de l'ammoniac est fonction de la qualité du milieu (taux d'oxygène dissous et salinité). La sensibilité des poissons à l'ammoniac dépend du stade de développement et de la taille du poisson. Les poissons peuvent tolérer des taux élevés d'azote ammoniacal sanguins de 4 à 8 mg/l (HILLABY et RANDALL, 1979).

Que le pH du milieu externe soit élevé (> 8,4) ou non, l'azote ammoniacal serait toxique, quelle que soit sa forme (NH₃ ou NH₄⁺). En fait, il est probable que la toxicité de l'ammoniac soit liée aux 2 formes et que les changements de pH ne feraient que modifier leur rapport (AMSTRONG et al., 1978).

La concentration d'azote ammoniacal dans le milieu influe sur l'activité métabolique des poissons. Toute variation de cette concentration entraînera des modifications de l'activité métabolique, qui pourront se manifester par :

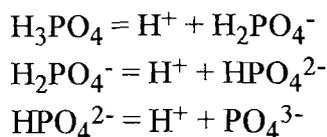
- une diminution du transport d'oxygène dans le sang et une augmentation de la demande en oxygène;
- une diminution de l'excrétion azotée entraînant une réduction de la prise alimentaire donc de la croissance a fortiori;
- une diminution du pH sanguin.

. Nitrites et nitrates

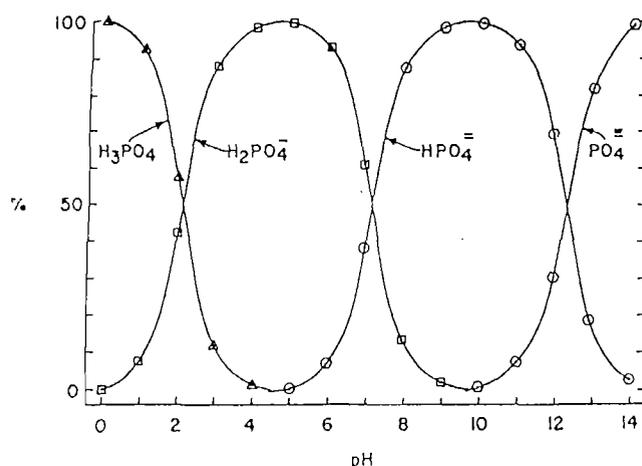
Les nitrites oxydent l'hémoglobine en transformant l'ion Fe²⁺ en Fe³⁺, bloquant alors le transport de l'oxygène par l'hémoglobine, provoquant de cette façon la mort du poisson par asphyxie. Les nitrates ne provoquent la mort qu'à des concentrations très fortes (DL96 pour des concentrations supérieures à 1 g/l).

3.3. Le phosphore.

Les formes du phosphore inorganique dans les eaux naturelles sont souvent des produits de l'ionisation de l'acide phosphorique :



Dans les eaux naturelles, les formes H₂PO₄⁻ et HPO₄²⁻ sont souvent prédominantes.

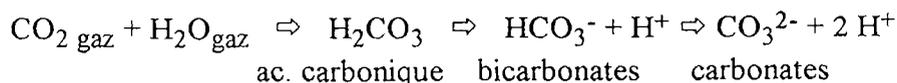


Graphique 1. Proportions relatives des différentes formes de P minéral en fonction du pH (BOYD, 1982).

3.4. Le carbone (COPIN-MONTEGUT, 1993).

Les bactéries autotrophes et aérobies strictes utilisent l'énergie produite par l'oxydation de l'ammoniaque et des nitrites pour réduire le carbone minéral provenant soit du gaz carbonique, soit des carbonates.

La pression partielle du CO₂ dans l'air influe sur la dissolution de celui-ci dans l'eau de mer et fixe ainsi la valeur du pH. En effet, l'apparition d'ions HCO₃⁻ et CO₃²⁻ diminue l'excès d'ions positifs dans l'eau.

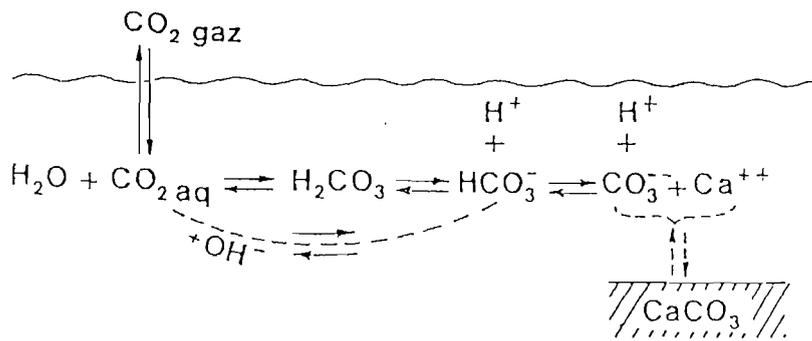


Cette équation montre l'interaction existant entre le pH et le CO₂ dissous.

Il existe 4 formes de carbone inorganique en solution :

- 2 formes neutres CO₂ aq et H₂CO₃,
- 2 formes ioniques HCO₃⁻ et CO₃²⁻.

Le schéma, page suivante, montre les équilibres du système CO₂ - HCO₃⁻ - CO₃²⁻ :



En pointillé, on a indiqué la relation directe possible : $\text{CO}_2 \text{ aq} + \text{OH}^- \leftrightarrow \text{HCO}_3^-$ dont la prise en considération ne change rien en l'équilibre thermodynamique du système. On a porté également l'équilibre de précipitation CaCO_3 , qui ne devient effectif que lorsque le produit ionique $[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$ atteint une valeur bien précise.

Schéma 2. Equilibres du système $\text{CO}_2 - \text{HCO}_3^- - \text{CO}_3^{2-}$.

Dans les eaux naturelles qui contiennent des ions calcium Ca^{2+} et des ions carbonates CO_3^{2-} , les concentrations maximales de ces espèces ioniques se trouvent obligatoirement limitées par le produit de solubilité du carbonate de calcium.

Les rejets de dioxyde de carbone ont trois effets (COLT, 1991):

- ils augmentent la concentration de CO_2 dissous,
- ils diminuent le pH,
- ils entraînent finalement la baisse de NH_3 présent dans le milieu.

Chapitre 2. Modifications du milieu d'élevage liées à l'activité physiologique.

1. Respiration.

L'activité métabolique du poisson est traduite par sa consommation en oxygène. Celle-ci diminuant le taux d'oxygène ambiant, sa connaissance est fondamentale pour déterminer les renouvellements d'eau nécessaires dans les élevages. Cette consommation est fonction de l'espèce, la taille, la température ainsi que l'état physiologique et nutritionnel du poisson.

Chez les Téléostéens, la consommation standard d'oxygène peut être définie par l'équation de WINBERG (1956) :

$$\text{à } 20^{\circ}\text{C, } O_2(\text{mg/l}) = 0,48 P^{0,8}$$

avec P = poids en gramme du poisson.

BICAL (1979) donne les relations suivantes pour des loups de 1 à 20 g :

$$\text{à } 10^{\circ}\text{C } O_2 \text{ routine (mg/l)} = 0,19 P^{0,84}$$

$$\text{à } 15^{\circ}\text{C } O_2 \text{ routine (mg/l)} = 0,49 P^{0,68}$$

$$\text{à } 20^{\circ}\text{C } O_2 \text{ routine (mg/l)} = 0,66 P^{0,79}$$

Les travaux récents (1992) de LEMARIE ont conduit à une modélisation beaucoup plus précise de cette consommation. En effet, LEMARIE prend en compte l'activité physiologique du loup :

Loup 1-700 g	DO : en mg d'oxygène / heure / kg poids vif T : en degrés CELSIUS P : en kg	
Consommation moyenne journalière	10-20 °C	$DO = 0,9883 P^{-0,2209} T^{1,6867}$
	20-30 °C	$DO = 9,4276 P^{-0,2311} T^{0,8803}$
	10-30 °C	$DO = 2,85 P^{-0,247} T^{1,25}$
Consommation à jeun	10-30 °C	$DO = 7,5232 P^{-0,23} T^{0,8129}$
Consommation en nage forcée	10-20 °C	$DO = 5,1773 P^{-0,2256} T^{1,2453}$
	20-30 °C	$DO = 6,7983 P^{-0,2433} T^{1,0951}$

Tableau 2. Modèles prédictifs de la consommation en oxygène pour le loup (*Dicentrarchus labrax*).

Si les données sur la consommation en oxygène abondent, il n'en va pas de même pour l'excrétion du dioxyde de carbone, produit de la respiration. En eau douce, l'excrétion de la truite arc-en-ciel s'élèverait à 80 mg/kg.h pour des individus de 100 à 180 g (CLARK et al., 1985). En élevage piscicole intensif, la teneur en dioxyde de carbone de l'eau varierait de 0 mg/l au coucher du soleil à 5 à 10 mg/l à l'aurore (taux non nuisible aux poissons).

Toute dégradation bactérienne de matière organique conduira aussi à la diminution de la teneur en oxygène de l'eau.

2. Métabolisme et excrétion des produits azotés solubles.

2.1. Bases métaboliques de l'excrétion azotée.

2.1.1. Les métabolites et leurs voies d'élimination.

Les poissons tirent une grande partie de leur énergie des protéines et les principaux produits d'excrétion sont des composés azotés : **azote ammoniacal**, **urée**, acides aminés, créatine, créatinine, acide urique et bases puriques.

Le lieu principal de l'excrétion azoté est la branchie dont la riche vascularisation favorise la diffusion des molécules de faible poids moléculaire telles que l'azote ammoniacal, l'urée, les amines et leurs dérivés. Par contre, l'excrétion des molécules plus complexes (acide urique) est assurée par la fonction rénale; cette excrétion urinaire, bien qu'existante, est faible. Dans les 2 voies, l'ammoniaque (NH_3 et NH_4^+) est le principal produit excrété (80 à 85 % de l'azote total excrété) avec l'urée. L'élimination peut s'effectuer :

- sous forme passive par diffusion du NH_3 sanguin ($[\text{NH}_3] \sim 5 \text{ mg/l}$ dans le sang et $0,4 \text{ mg/l}$ dans eau douce);
- par extraction des acides aminés sanguins et néoformation de l'ammoniac, évacué ensuite à travers les couches lipidiques de la membrane.

	Branchies	Urine	Peau
	75-90 %	10-20 %	??
N ammoniacal	50-80 %	60-70 %	
N uréique	5-20 %	20-30 %	
Acide urique	?	?	
Acides aminés	+	++	++
Créatine	?	+	

Tableau 3. Formes et voies d'excrétion azotée chez les Téléostéens (KAUSHIK, 1990).

2.1.2. Le catabolisme protidique, ammoniogénèse et uréogénèse (VELLAS, 1981).

Les poissons sont ammoniotéliques (excrétion préférentielle de l'azote sous forme ammoniacale), contrairement aux mammifères qui sont uréotéliques (excrétion d'urée) et aux oiseaux qui sont uricotéliques (excrétion d'acide urique).

Dans tous les organes, les premières étapes de la production d'ammoniaque sont, d'une façon générale, très voisines. Elles comportent des processus de désamination des acides aminés (par la désaminase spécifique à l'acide aminé considéré), d'amides (glutamine, asparagine) et également de désamination de purines, pyrimidines, nucléotides et nucléosides. La production de NH_3 dans le muscle dépend de l'activité physique.

La voie la plus simple de la production d'ammoniaque consiste en une désamination directe. La voie la plus utilisée est la transdésamination. A cette phase, succède une phosphorylation oxydative. La dégradation des acides aminés permet à l'organisme de libérer et de stocker de l'énergie. L'autre voie importante de production ammoniacale passe par le cycle des purines, elle se déroule dans les branchies. L'ammoniaque est formée dans le foie et, dans une proportion non négligeable, dans les reins.

L'uréogénèse se produit, elle, dans le foie. Chez les téléostéens, l'urée provient :

- de la dégradation de l'arginine d'origine tissulaire (endogène) ou d'origine alimentaire (exogène),
- du catabolisme de l'acide urique formé par la dégradation des nucléotides et nucléosides puriques.

2.2. Quantification de l'excrétion azotée.

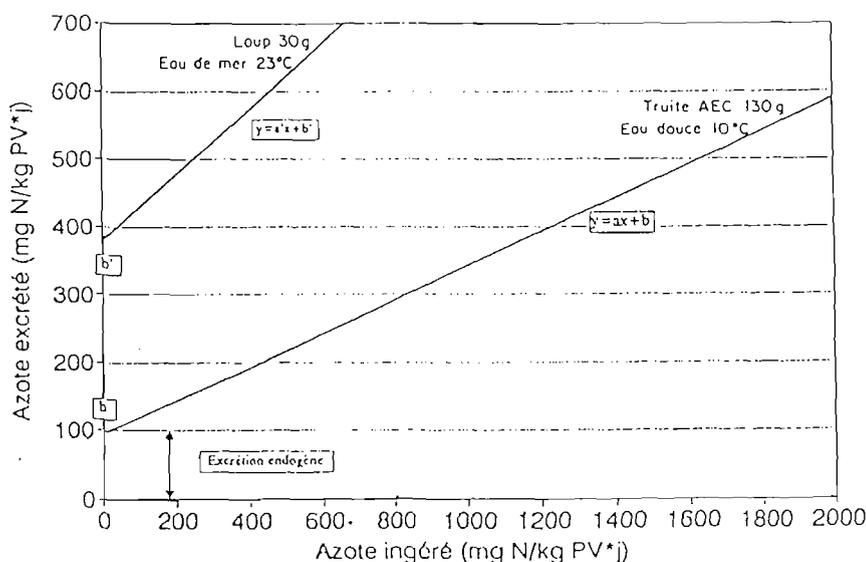
2.2.1. Excrétion ammoniacale et uréique.

Facteurs de variations

L'excrétion ammoniacale varie en fonction de la quantité et de la qualité des protéines ingérées, le nombre de repas, la taille de l'individu, la température et la concentration ammoniacale ambiante. D'autres paramètres comme l'état physiologique, le stress... entrent en ligne de compte mais aucune donnée bibliographique n'y a trait.

↳ l'alimentation

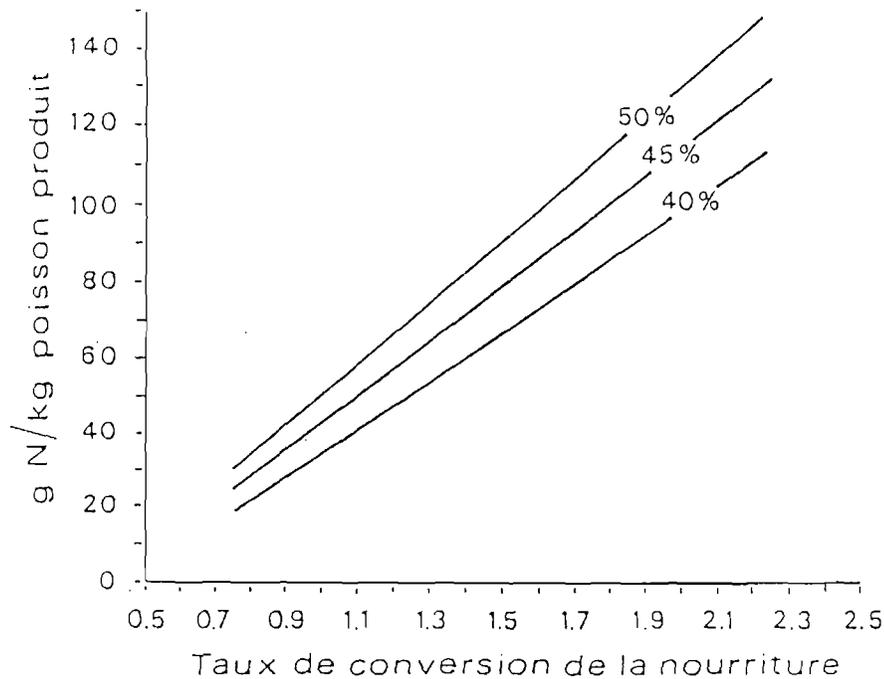
L'excrétion relative à l'alimentation est appelée excrétion exogène (par opposition à l'excrétion endogène). L'excrétion azotée est proportionnelle à l'ingéré. Elle est légèrement diminuée par la hausse de la teneur en lipides de l'aliment.



Graphique 2. Relation entre azote ingéré et azote excrété in DOSDAT (1992).

Une relation étroite lie la quantité d'azote ingéré et l'excrétion ammoniacale (dans le cas d'individus correctement alimentés). Les rejets d'urée, quant à eux, ne subissent pas de telles variations journalières liées à l'alimentation. KAUSHIK (1980) a étudié l'excrétion azotée de façon continue pour suivre l'évolution nyctémérale de la perte ammoniacale et de l'urée chez la truite arc-en-ciel, dans des conditions d'alimentation variées. Une augmentation immédiate du taux d'excrétion ammoniacale est notée après chaque repas, quel que soit le mode de distribution, les valeurs maximales se situant 6 à 8 h après l'ingestion d'aliment. Chez de jeunes alevins, selon KAUSHIK (1990), le pic peut apparaître beaucoup plus rapidement. Ce pic postprandial observé pour l'ammoniaque n'est pas valable pour l'excrétion uréique qui est constante.

Le taux d'ammoniaque diminue si l'indice de conversion augmente, mais l'azote total excrété augmente.



Graphique 3. Rejet d'azote en fonction du taux de conversion d'une nourriture composée de 40 à 50 % de protéines, in HAKANSON et al. (1988).

L'azote uréique ne dépend pas des teneurs en protéines et en lipides de l'aliment (BEAMISH et al., 1984).

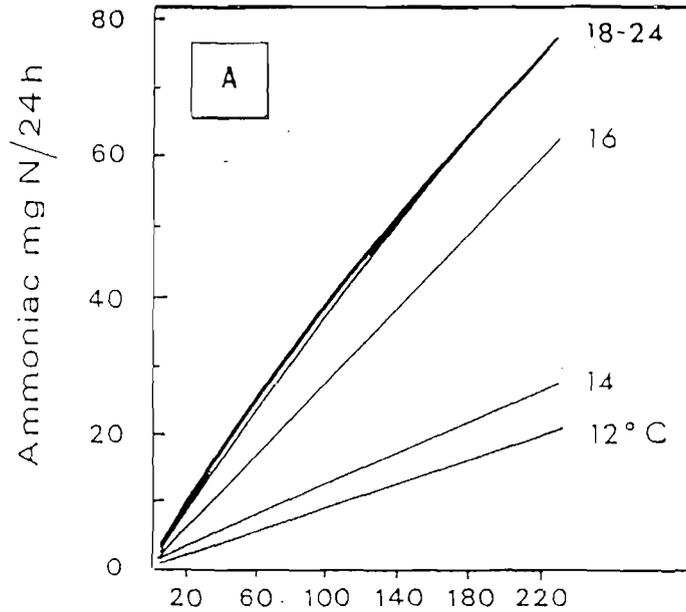
↳ la température

Chez le bar (travaux de GUERIN-ANCEY, 1976 a), les quantités d'ammoniaque et d'urée excrétées varient avec le poids de l'animal et la température comme le montrent les graphiques n°4 et 5 p.17. Cette sensibilité à la température est d'autant plus importante que le loup est jeune. Le taux d'excrétion augmente de 12 à 18 °C mais reste constant entre 18 et 24 °C.

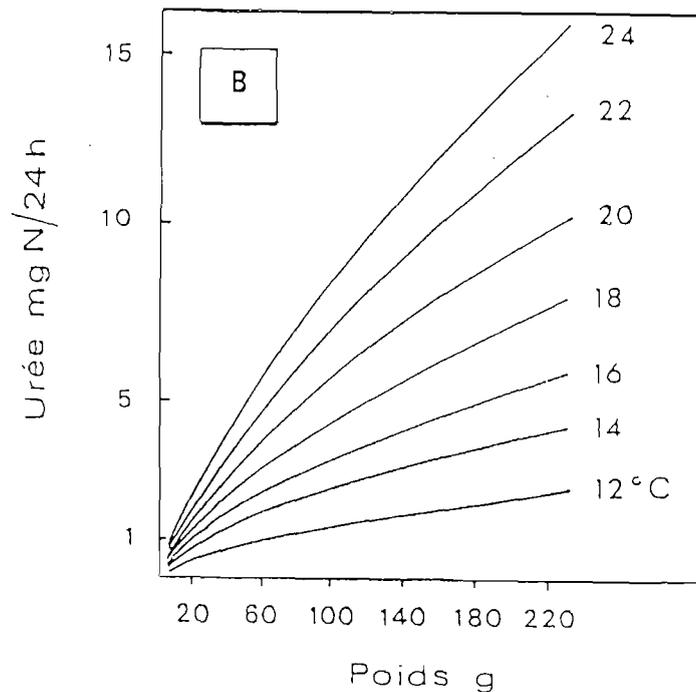
L'augmentation de la température provoque une augmentation de l'activité métabolique des poissons et induit par-delà même une augmentation de l'excrétion (KAUSHIK, 1980).

↳ le poids

Les quantités d'ammoniac et d'urée excrétées sont d'autant plus importantes que les poissons sont jeunes. Le pourcentage d'urée varie entre 16 et 21 % pour la classe 0 (0-20 g), entre 12 et 18 % pour la classe I (20-100 g) et entre 9 et 17 % pour la classe II (100-250 g). Pour une espèce donnée, BERGHEIM (1984) confirme que l'excrétion d'azote total soluble et d'azote ammoniacal diminue, le poids de l'individu augmentant.



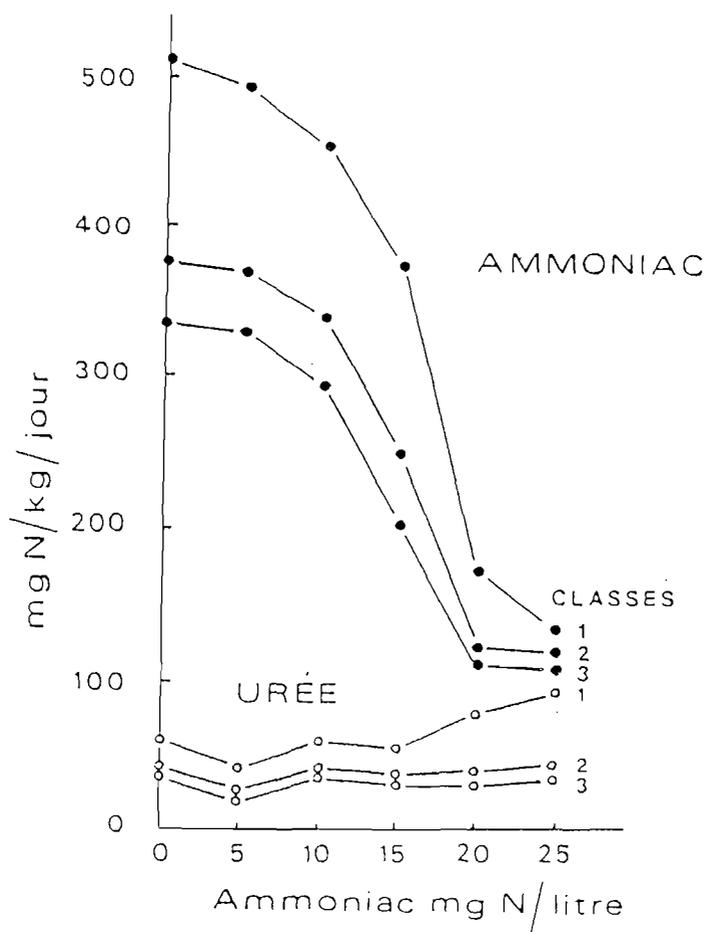
Graphique 4 . Excrétion ammoniacale du loup par individu en fonction du poids et de la température, in GUERIN-ANCEY (1976 a).



Graphique 5. Excrétion uréique par individu chez le bar en fonction du poids et de la température, in GUERIN-ANCEY (1976 a).

↳ la concentration ammoniacale ambiante

Toute augmentation de la concentration ammoniacale ambiante peut influencer sur l'excrétion branchiale en réduisant le gradient de diffusion de la base libre NH_3 . GUERIN-ANCEY (1976 b) a montré que ce phénomène est observable chez le loup quelle que soit sa classe d'âge. A 15 mg/l d'azote ammoniacal, une réduction de 50 % de l'excrétion ammoniacale a été mise en évidence.



Graphique 6. Excrétion d'ammoniac et d'urée chez le bar, selon la classe d'âge, en fonction de la teneur du milieu en ammoniac, in GUERIN-ANCEY (1976 a).

2.2.2. Proportions relatives de l'azote ammoniacal et de l'urée dans l'excrétion azotée.

Les travaux de FIVELSTAD et al. (1990) ont montré que, pour des salmonidés alimentés sous régime alimentaire et lumineux continus, les variations journalières de l'excrétion ammoniacale étaient faibles contrairement à l'excrétion uréique.

L'urée et l'ammoniaque, ajoutés, représentent 68-77 % de l'azote total excrété avec 7-10 % et 61-67 % respectivement (GUERIN-ANCEY, 1976a).

Le pourcentage d'azote excrété sous forme d'urée diminue lorsque l'excrétion ammoniacale augmente. KAUSHIK propose la relation :

$$U = 25,4502 \log NH_4 - 86,3454 \quad (r = 0,96)$$

où U = quantité en mg d'azote uréique excrété / kg poisson . jour

et NH₄ = quantité en mg d'azote ammoniacal excrété / kg . jour.

2.2.3. Excrétion endogène.

Une certaine quantité de protéines corporelles (issues de la lyse des protéines cellulaires, de diverses molécules azotées, du renouvellement du tissu épithélial du tube digestif et des bactéries associées) est constamment rejetée dans le milieu, que les poissons soient à jeun ou non. Cette perte endogène varie en fonction de la température de l'eau. Chez les Téléostéens, cette excrétion se situe entre 100 et 200 mg N/kg poids vif.jour à 18 °C (KAUSHIK, 1990).

Conditions expérimentales	Excrétion N-NH ₃ (mg N/kg PC.j)	Excrétion N-urée (mg N/kg PV.j)	Excrétion N-total (mg N/kg PV.j)	Sources
Pm = 2-6 g Pm = 30 g Eau de mer			450 / 450 130 / 250 (18 / 23 °C)	VITALE-LELONG (1989)
Pm = 40-60 g T° = 18 °C Eau de mer	275			SPYRIDAKIS 1989
Pm = 5-230 g Eau de mer	69-74 (16 / 20 °C)	10-15 (16 / 20 °C)		GUERIN-ANCEY 1976

PV = poids vif

Pm = poids moyen

Tableau 2. Données sur l'excrétion endogène du loup in DOSDAT (1992 a).

2.2.4. Estimation des rejets azotés.

Certains auteurs proposent des relations :

- ammoniacque excrétée en fonction du poids de l'individu, de l'azote ingéré et de la température,
- ammoniacque excrétée en fonction du taux de distribution (RAMNARINE, 1987).

Milieu	Régression	Source
<i>Eau de mer</i> 23 °C <i>Loup 30 g</i>	N-total excrété = 381 +0,548 (N-total absorbé)	VITALE-LELONG 1989
<i>Eau de mer</i> 18 °C <i>Loup 30 g</i>	N-total excrété = 236 + 0,618 (N-total absorbé)	VITALE-LELONG 1989

Tableau 4. Prédiction de l'excrétion azotée chez le loup in DOSDAT (1992 a).

3. Métabolisme et excrétion des produits phosphorés solubles.

3.1. Utilisation métabolique du phosphore.

L'utilisation métabolique du phosphore est très peu étudiée.

3.1.1. Rôle du phosphore.

La majeure partie du phosphore se trouve concentrée dans la charpente des individus (arêtes ou os) et, chez les poissons, les écailles en comportent une part non négligeable. Le phosphore est très souvent associé au calcium, en particulier dans l'élaboration des éléments osseux. Le squelette des poissons téléostéens contient 85 à 90 % du phosphore total (LALL, 1990) sous forme d'apatite de calcium.

Le phosphore est aussi présent dans toutes les cellules de l'organisme des vertébrés où il intervient dans la composition des acides nucléiques (ARN, ADN) et des membranes cellulaires. Il joue un rôle fondamental dans les métabolismes lipidique, protéique et glucidique. Le phosphore est accumulé en premier lieu dans les tissus mous (foie, rein, muscle...) avant d'être fixé dans les os.

3.1.2. Besoin des poissons en phosphore.

Le caractère essentiel du phosphore a été mis en évidence à l'aide d'aliments carencés. Les conséquences d'une alimentation déficiente en phosphore sont :

- perte d'appétit entraînant un ralentissement de la croissance;
- déformations osseuses.

Des taux de phosphore bas causent une diminution de la rétention d'eau par le poisson et une augmentation des masses adipeuses.

La proportion de chair, moins riche en phosphore, relativement au poids brut induit les plus grandes variations des teneurs du poisson; le rapport chair / os est donc déterminant.

Le besoin en P des poissons s'établit entre 0,4 et 0,8 % de l'aliment distribué mais ce taux est souvent dépassé dans les formules commerciales (DOSDAT, 1992 b).

La digestibilité du P varie en fonction de l'espèce selon les caractéristiques de ses sécrétions gastriques et du pH du tractus digestif. Le phosphore ingéré par les poissons peut provenir soit des ions phosphates dissous dans l'eau, soit du phosphore contenu dans l'alimentation (voie principale d'approvisionnement).

3.1.3. Excrétion phosphorée.

Le rôle du rein dans l'excrétion soluble

Le P est présent dans le plasma sanguin sous forme organique ou sous forme de phosphate inorganique comme $H_2PO_4^-$ et HPO_4^{2-} (forme dominante). Contrairement à ce qui est observé pour l'azote, seul le rein (et non les branchies) joue un rôle significatif dans l'excrétion des phosphates.

Les ions divalents comme les phosphates, les sulfates ou le magnésium sont excrétés en abondance dans les urines tandis que les ions monovalents tels les chlorures ou le sodium subsistent dans le sang et facilitent le maintien de la pression osmotique.

Bilan de l'excrétion du phosphore

Peu de données sont disponibles sur le rythme d'excrétion du phosphore en relation avec l'alimentation. ACKEFORS et ENELL (1990) ont mis en évidence l'augmentation de l'excrétion phosphorée avec l'indice de conversion et le taux de phosphore de l'aliment (page suivante).

Pour la truite arc-en-ciel, CLARK et al. (1985) ont déterminé les ratios suivants

individus de 10 g 0,7 g P- PO_4 /kg nourriture distribuée.j

soit 0,17 g P- PO_4 /kg poisson.j

individus de 180 g 0,17 g P- PO_4 /kg de nourriture distribuée.j

soit 0,06 g P- PO_4 /kg poisson.j.

FIVELSTAD et al. (1990) ont établi, pour un taux d'alimentation de 0,6 à 0,9 %/j chez le saumon atlantique en eau de mer, une excrétion moyenne quotidienne de 10 à 30 mg P/kg PV.j soit une production de 2 à 11 g de P/kg aliment.j.

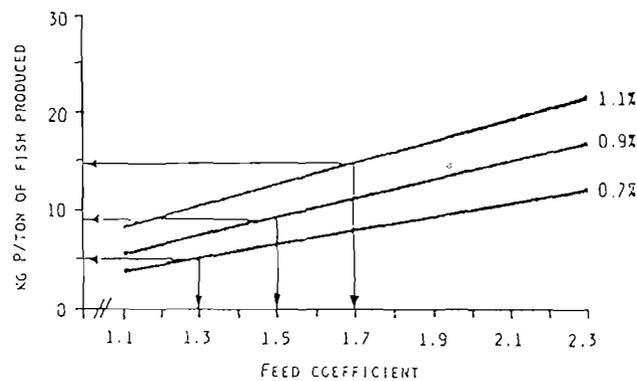
Une étude du CEMAGREF (1983) indique un taux de production de 0,3 à 0,8 % de l'aliment distribué chez la truite arc-en-ciel en eau douce.

LIAO et MAYO (1974) proposent la relation :

$$P = 0,0162 \times F$$

où P = kg de phosphore par 100 kg de PV / j

F = taux d'alimentation en % (kg d'aliment pour 100 kg de poisson par jour).



Graphique 7. Relation entre les rejets de phosphore, l'indice de conversion et le taux de phosphore de l'aliment d'après ACKEFORS et ENELL (1990).

La majorité des études sur la quantification des rejets phosphorés concerne des bilans globaux d'élevages de salmonidés et sont donc difficilement extrapolables à d'autres espèces. DOSDAT (1992 b) formule les considérations suivantes après avoir synthétisé les données existantes :

- l'apport de phosphore est compris entre 13 et 33 kg / T de poissons soit pour une composition moyenne de 0,45 % du poids de carcasse humide, 2,9 à 7,3 fois le besoin mesuré. La fourniture de phosphore est donc globalement trop importante. Ici encore, la digestibilité du phosphore incorporé n'a pas été évaluée;

- le taux de rétention phosphorée ne dépasse jamais 30 %, la moyenne s'établissant à 20 %. Ce sont donc 80 % du phosphore distribué qui sont rejetés dans le milieu.

Compte-tenu du rôle du phosphore dans les phénomènes d'eutrophisation, il est indispensable de tenir compte de son émission dans les milieux aquatiques, d'autant plus que la majeure partie du P contenu dans les aliments (10 à 20 g/kg d'aliment) est peu utilisée par les poissons (rendement entre 20 et 40 %) (KAUSHIK, 1990).

4. Excrétion solide.

4.1. Les matières fécales.

L'excrétion des fèces est, chez la truite, un phénomène continu tout au long du nyctémère avec une augmentation sensible au cours de la nuit, celle-ci ne se produisant pas de façon systématique (CHOUBERT, 1983).

A de fortes teneurs, les Matières en Suspension (M.E.S) risquent de colmater les branchies des poissons (à partir de 15 mg / l).

L'excrétion solide des poissons est constituée de la fraction non assimilée de la nourriture ingérée accompagnée de mucus, de cellules desquamées et de bactéries. La production de fèces est estimée à partir d'études faites sur la digestibilité des principaux constituants du régime alimentaire. Les salmonidés rejettent de la sorte 20 à 30 % de la nourriture ingérée (en poids sec).

Il est important de souligner que toutes les matières en suspension produites ne sont pas rejetées, les bassins pouvant jouer le rôle de décanteurs (FAURE, 1983). Cette matière fécale, ainsi que la fraction non ingérée de l'aliment sont de bons supports pour le phytoplancton et l'activité bactérienne.

BUTZ et WENS-CAPPEL (1981) ont observé que la quantité de matière sèche de la matière fécale est en relation inverse avec la digestibilité de l'aliment. La quantité de solides excrétés est de 379 g de matière sèche par kg d'aliment à 42,5 % de protéines contre 277 g à 53,3 % de protéines.

Peu d'auteurs ont tenté de prédire la quantité de fèces excrétée. Le CEMAGREF (FAURE, 1983-1984) propose une relation intéressante où

$$\text{MES} = (1 - kd) \times (33 \times \text{IC} - 20)$$

MES étant exprimé en % de l'aliment distribué

IC = indice de conversion

kd = coefficient de décantation

Des ratios de 785 g / T de poisson . j, 130 g / kg d'aliment et encore 210 kg / T de poisson produit ont été établis par EIKEBROKK et ULGENES (1993).

4.2. L'azote fécal.

L'azote non digestible est excrété avec les fèces. De la même façon la partie non digérée du phosphore ingéré est directement évacuée (60 à 80 %) par le tube digestif avec les autres résidus non digérés, sous forme particulaire. Il est impropre de parler ici d'excrétion puisque, en physiologie, le tube digestif est considéré comme externe au poisson.

La quantité d'azote endogène excrétée dans les fèces, provenant de la microflore intestinale et des cellules épithéliales mortes, est difficile à évaluer. L'influence de la salinité, la température et du poids corporel sur cette perte fécale endogène a été démontrée ainsi que son indépendance par rapport à l'azote ingéré.

Par contre, le pourcentage d'azote exogène contenu dans les fèces dépend de la quantité et la qualité de la nourriture ingérée. BEAMISH et THOMAS (1984) ont montré que, chez la truite arc-en-ciel, le pourcentage d'azote fécal par rapport l'azote ingéré était inversement proportionnel à l'apport protéique mais indépendant de la quantité de lipides. PORTER et al. (1987) estiment à 10 % la proportion d'azote contenu dans l'aliment qui est rejetée dans les fèces.

4.3. Le phosphore fécal.

PENCZACK et al. (1982) ont évalué, chez la truite arc-en-ciel, le taux de phosphore des fèces à 1,59 % de la matière sèche. L'aliment utilisé en contenait 1,38 % et a conduit à la production de 0,55 kg de fèces par kg d'aliment. Les fèces sont donc plus concentrées que l'aliment même quand celui-ci est bien transformé (pour un taux de conversion de 1,2 dans cette étude).

Chapitre 3. Bilan des apports.

1. Bilans théoriques.

1.1. Généralités.

Etablir un bilan de masse, c'est résoudre l'équation intrants = extrants d'un élément quel qu'il soit (exemple : l'azote) pour une entité définie (pisciculture ou lot de poisson). A l'échelle d'un élevage piscicole, les **intrants** sont :

- l'eau,
- l'aliment,
- les poissons (alevins ou poissons pré-grossis);

et les **extrants** :

- l'eau,
- la production,
- les rejets,
- les poissons morts.

Le graphique suivant illustre ces propos :

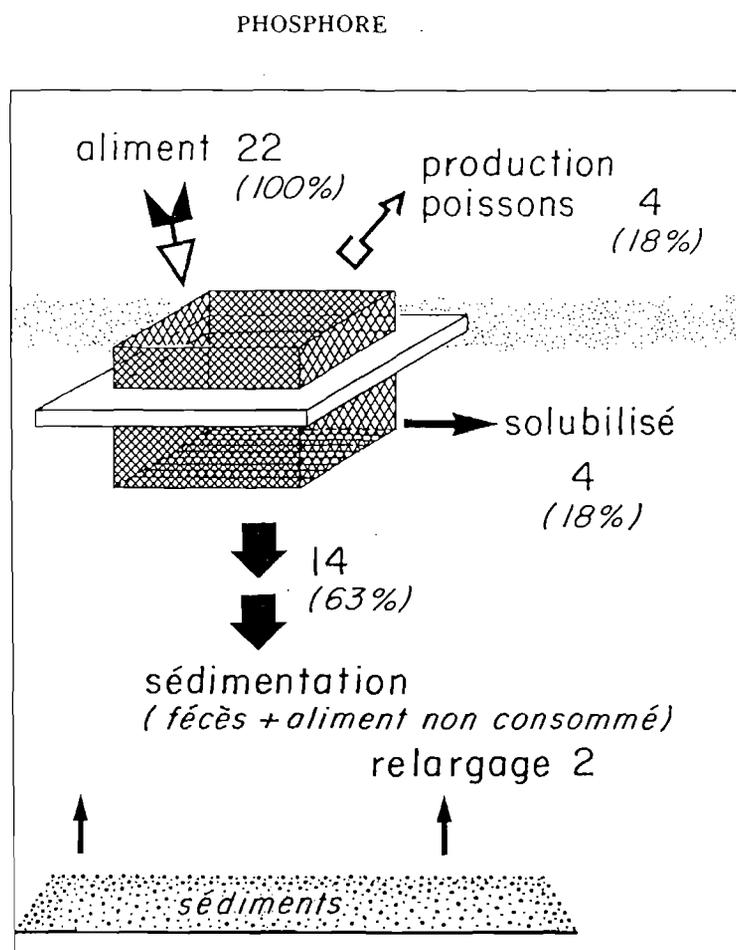


Schéma 3. Bilan du phosphore d'un élevage de truites en cage d'après ENELL (1987), in DOSDAT (1992).

Dans un bassin, les flux d'excrétion rejetés par unité de temps peuvent alors être calculés en fonction de la composition en matière organique et minérale du poisson et de sa nourriture, de la quantité d'aliment ingéré et de la croissance du poisson, tout en tenant compte des débits d'eau.

1.2. Exemple de bilan de masse.

HAKANSON et al. (1988) ont établi pour un élevage de salmonidés, au Danemark, les bilans de masse de l'énergie, de la demande en oxygène, de l'azote et du phosphore nécessaires pour la production de 1 kg de salmonidés. Les paramètres de l'expérimentation sont les suivants :

- . Aliment 50 % de protéines
 20 % de lipides
 12 % de glucides
 énergie métabolisable = 3,8 Mcal

- . Taux de conversion 1,5
- . Digestibilité des protéines = 85 %
- . Digestibilité de l'énergie = 81 %

. Les compositions de l'aliment et du poisson utilisées pour l'élaboration de ces bilans de masse figurent dans le tableau ci-après :

	<i>Aliment</i>	<i>Poisson</i>
<i>Protéines (g / kg)</i>	500	175
<i>Lipides (g / kg)</i>	200	180
<i>Sucres (g / kg)</i>	120	-
<i>Azote (g N / kg)</i>	80	28
<i>Phosphore (g P / kg)</i>	10	4,5
<i>Energie brute (Mcal / kg)</i>	5,2	2,7
<i>DO (g O₂ / kg)</i>	1680	800

Les bilans de masse pour les éléments N et P, établis dans ce cadre, sont :

		Azote g N / kg	Phosphore g P / kg
Intrant	<i>Nourriture</i>	120	15
Extrants	<i>Poisson</i>	29,6	4,5
	<i>Fèces</i>	18	10,5
	<i>Excrétion soluble</i>	72,4	-
	<i>Rejet (fèces + excrétion)</i>	90,4	10,5

D'après ces données, 25 % de l'azote est utilisé dans la production du poisson, le reste étant éliminé dans les fèces (15 %) et surtout dans l'excrétion soluble (60 %). Le phosphore fécal est, lui, rejeté sous forme fécale ou retenu par le poisson. Si l'on connaît le taux de croissance (ici 0,7 % / jour), 1 kg de cheptel rejettera 0,63 g d'azote et 0,07 g de phosphore par jour.

2. Facteurs de variation des rejets.

2.1. L'aliment distribué.

Quantité et qualité (composition protéique, taux de conversion) de l'aliment distribué influent sur l'excrétion du poisson; HAKANSON et al. (1988) donnent la relation :

$$\text{Rejet (N, P)} = \text{Taux de conversion} \times \text{quantité (N, P) de l'aliment} - \text{quantité (N, P) du poisson}$$

ACKEFORS et ENELL (1990) ont, eux, établi la relation (pour un aliment de type granulé) :

$$\text{Rejet (N, P)} = (A \times C_B (N, P)) - (B \times C_F (N, P))$$

où

A = poids frais des granulés utilisés pendant l'année (la teneur en eau des granulés est environ 8 à 10 %)

B = poids vif du poisson par an,

C_B = teneur en azote et en phosphore des granulés exprimée en % du poids frais,

C_F = teneur en azote ou en phosphore du poisson exprimée en % du poids vif.

2.2. Autres facteurs de variation.

Le mode d'alimentation peut également modifier le taux de conversion ainsi que la matière rejetée par l'élevage.

Il faut aussi tenir compte de la *variation annuelle de la consommation et de l'excrétion* (ex : consommation alimentaire des juvéniles accrue au printemps pour assurer leur croissance). Des mesures ponctuelles faites sur un élevage ne permettent donc pas de construire un bilan annuel, celui-ci devant prendre en compte les variations de biomasse et les variations de température (jouant sur l'excrétion).

2.3. Impact sur la construction des bilans de masse.

Compte-tenu des nombreux facteurs de variation des rejets d'azote et de phosphore, il n'est pas possible de dresser un bilan type dans des conditions standards. Il apparaît comme indispensable :

- d'établir ces bilans de masse (que ce soit pour l'azote, le phosphore ou le carbone) pour chaque installation en intégrant les particularités de l'élevage (qualité et quantité de nourriture, taux de conversion, importance du cheptel, production, activité biologique, caractéristiques physico-chimiques du milieu, etc. ...),

- de réactualiser sans cesse ces bilans en considérant l'évolution de ces différents paramètres.

3. Bilans d'azote, de phosphore et de carbone.

31. Bilan azoté.

		ACKEFORS et SODERGREN, 1985 Truite (ED)	GOWEN et al., 1985 S. salar (EM)	PHILLIPS et BEVERIDGE, 1986 Truite (ED)	ENELL, 1987 S. gairdneri (ED)	ACKEFORS et ENELL, 1990 Truite (ED)
Apport	Nourriture	100	100	100	100	100
Devenir	Production	25	25	21	26	28
	Rejets solubles	62	70	49	58	56
	Rejets solides	13	20	30	16	16

Tableau 5. Bilans d'azote exprimés en pourcentage, établis sur la base d'une production d'une tonne de poisson par an (ED = eau douce, EM = eau de mer)
(in VIDEAU et MERCERON, 1992).

Les bilans d'azote établis par différents auteurs sont assez homogènes. Les fractions d'azote excrété sous forme de N soluble ou de rejets solides varient respectivement de 49 à 70 % et de 13 à 30 %.

D'autres études apportent des résultats différents ou complémentaires :

- Pour KROM et al. (1985), la part de l'azote ingéré qui serait assimilée sous forme de viande s'élèverait à 36 %, soit nettement plus que les études mentionnées ci-dessus (autour de 25 %).

- FOY et ROSELL (1991) ont déterminé le ratio suivant, pour la truite arc-en-ciel : 124,2 kg N/T de poissons produits.

- KAUSHIK (1980) donne les relations suivantes entre azote ingéré et azote excrété :

$$\text{N-NH}_4 \quad Y = 62,254 + 0,375 X \quad (r = 0,969)$$

$$\text{N-urée} \quad Y = 29,411 + 0,033 X$$

$$\text{N-total} \quad Y = 105,68 + 0,412 X$$

avec X = azote ingéré en mg N / kg de poids vif . jour
et Y = azote excrété en mg N / kg de poids vif . jour

3.2. Bilan phosphoré

		ACKEFORS et SODERGREN, 1985 Truite (ED)	PHILLIPS et BEVERIDGE, 1986 Truite (ED)	ENELL, 1987 Sjögården (ED)	ACKEFORS et ENELL, 1990 Truite (ED)	HOLBY et HALL, 1990 O. mykiss (ED)
Apport	Nourriture	100	100	100	100	94-97
	Juveniles	-	-	-	-	3-6
Devenir	Production	23	15	18	30	17-19
	Perte de poisson	?	?	?	?	1-4
	Rejets solubles	11	26	18	16	25-30
	Rejets solides	66	59	64	54	50-57

Tableau 6. Bilans de phosphore exprimés en pourcentage, établis sur la base d'une production d'une tonne de poisson par an (ED = eau douce) (in VIDEAU et MERCERON, 1993).

Selon HOLBY et HALL (1990) (schéma qui suit), 75 à 87 % du P-total apporté serait rejeté dans l'environnement (dont 25 à 30 % sous forme dissoute), valeurs qui diffèrent nettement de celles établies par ACKEFORS et ENELL (1990) :

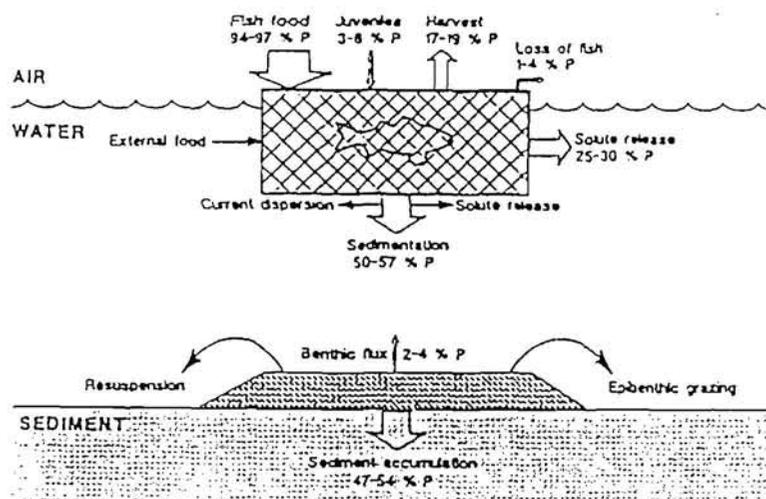


Schéma 4. Bilan de masse du phosphore dans un élevage de Salmonidés marins (*Oncorhynchus mykiss*). Les pourcentages sont donnés par rapport à l'apport total de phosphore (nourriture et juvéniles).

Les travaux réalisés à Eilat en Israël par KROM (1985) établissent que 29 % du phosphore est assimilé par le poisson.

FOY et ROSELL (1991) ont déterminé le ratio suivant, toujours en terme de rejets, pour la truite arc-en-ciel : 25,6 kg P/T de poissons produits.

3.3. Bilan carboné.

Le carbone soluble est excrété, par les poissons, sous forme soit de dioxyde de carbone soit d'urée.

Le flux de carbone dans les élevages de salmonidés a suscité fort peu d'études complètes. Seule celle de HALL et al. (1990) donne une quantification précise des différents apports de carbone dans l'environnement (schéma ci-après). Les quelques valeurs présentées dans la bibliographie sont cohérentes dans la mesure où, sur 100 % apportés par l'aliment, 22 % servent à la production et 78 % sont rejetés dans le milieu.

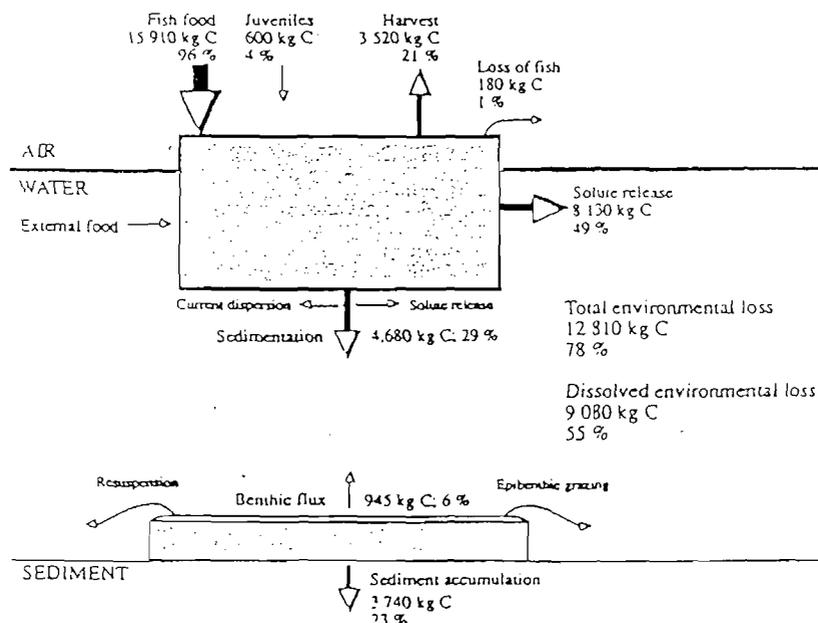


Schéma 5. Bilan de masse du carbone dans un élevage de Salmonidés marins (*Oncorhynchus mykiss*). Les pourcentages sont donnés par rapport à l'apport total de carbone dans l'élevage (nourriture et juvéniles). In HALL et al., 1990.

**MATERIEL ET
METHODES**

Chapitre 1. Objectifs et méthodologie de l'étude.

L'objectif de l'étude est de mettre au point des outils théoriques simples (ratios ou modèles) qui vont permettre, à partir de l'observation d'une ferme ou de lots de poissons de référence, d'estimer les rejets dissous et particuliers issus de l'élevage du loup.

Le principe de l'étude est, d'abord et si possible, d'établir au niveau global d'une ferme de référence (en production de routine), un bilan annuel des masses. Ce bilan, basé sur le principe de la conservation de la matière, permet de vérifier si la quantité de matière entrée dans la ferme, essentiellement sous forme d'alevins et d'aliments, explique celle sortie sous forme de poissons commercialisés, de morts, de variation de stock et de rejets. En production de routine, la variation de stock, sur une année, doit être très faible, voire négligeable. Les rejets comprennent la part des produits d'excrétion du cheptel (féces, ammoniacque, urée, mucus, écailles...) et la fraction alimentaire non consommée.

Autrement dit, la somme des intrants exprimés en quantité (kg ou T) de matière organique et minérale ou de leurs composés de base : azote (N), phosphore (P) et carbone (C) doit correspondre à celle des extrants, exprimés sous la même forme. Ceci peut se résumer par l'équation :

$$\text{alevins (N, P, C) + aliment (N, P, C) = produits finis (N, P, C) + morts (N, P, C) + variation de stock (N, P, C) + rejets (N, P, C)}$$

où le terme **rejets correspond à la différence sortie - entrée.**

De cette équation, établie pour une période d'un an, plusieurs ratios seront tirés dont les plus importants sont :

- quantité de rejets par tonne de produit fini,
- quantité de rejets par tonne d'aliment distribué.

De plus, une démarche identique appliquée à quelques **lots de poissons** bien individualisés dans la ferme de référence et caractérisés par leur poids moyen (dans la gamme des 5-500g), doit permettre pour chaque lot :

- de déterminer la part d'aliment (exprimée sous forme de N, P et C) retenue par le poisson,
- de caractériser la quantité de rejets dissous et particuliers produite par kg de poids vif et par unité de temps (jour, semaine).

Ces paramètres seront tirés de bilans de masse, établis sur des périodes courtes (1 mois maximum), d'équation :

$$\text{aliment (N, P, C) = variation de stock (N, P, C) + morts (N, P, C) + rejets (N, P, C)}$$

Ici la variation de stock est importante et correspond à l'accroissement de biomasse constaté pendant la période d'observation du lot.

Si l'un ou l'autre paramètre varie en fonction du poids moyen, des modèles simples d'ajustement seront recherchés. La disponibilité de tels outils permettra de modéliser semaine après semaine les rejets d'une ferme, dont l'évolution théorique de la biomasse peut être simulée selon la stratégie d'alevinage et le profil thermique choisis en utilisant le modèle de croissance de TANGUY-LECLERCQ.

La méthodologie employée pour établir les bilans de masse est la même pour la ferme ou pour chaque lot. Pour trouver la valeur des intrants, on retiendra :

les alevins

les quantités de N, P et C introduites dans le système sous forme d'alevins sont calculées à partir des biomasses et des résultats d'analyses de carcasses, sur des échantillons représentatifs pour chaque lot du cheptel. Leur somme annuelle sera la valeur retenue. Ce terme de l'équation n'existe pas dans le bilan d'un lot individualisé;

l'aliment

la quantité d'aliment distribuée aux poissons sur une année correspond au stock de départ augmenté des livraisons successives, moins le stock final. Pour la ferme de référence, ces quantités sont connues avec précision. Leur traduction en terme de N, P, C nécessite de réaliser les analyses appropriées sur des échantillons représentatifs, tant sur les stocks que sur chacune des livraisons.

Les extrants seront estimés comme suit :

produits finis

il s'agit des poissons pêchés et commercialisés tout au long de l'année. Chaque pêche suivie d'une vente est pesée avec précision. L'addition de ces quantités fournit la valeur annuelle. Un échantillonnage rigoureux et des analyses de carcasses permettent de déterminer les quantités de N, P et C sorties du système sous cette forme;

les morts

les morts sont collectés et comptabilisés chaque jour sur l'exploitation. Dans notre étude, les poissons pêchés mais non commercialisés seront assimilés à des poissons morts. Là encore, la connaissance des biomasses et des analyses de carcasse sur des échantillons représentatifs permettent d'estimer les quantités de N, P et C correspondantes;

variation de stock

elle n'est prise en compte que si elle est positive. Elle exprime l'accroissement de biomasse constaté entre le début et la fin d'une période. Ceci suppose un suivi très précis des biomasses en élevage. Cette période est d'une année dans le cas du suivi global de la ferme et de quelques semaines seulement dans le cas du suivi d'un lot précis. La biomasse initiale n'a pas obligatoirement la même composition relative en N, P, C que la biomasse finale. Aussi, il convient de caractériser chacune d'entre elles en terme de N, P, C pour effectuer la différence. Ceci est réalisé en déterminant les teneurs en N, P et C sur un échantillon aliquote de la biomasse instantanée.

rejets

qu'il s'agisse d'une ferme ou d'un bassin contenant un lot de poissons, les rejets de N, P et C, pour une période donnée, sont estimés par le produit du volume d'eau (débit moyen x temps) traversant l'unité d'élevage et de la différence des concentrations des composés entre l'entrée et la sortie. L'estimation est d'autant meilleure que les débits, si possible stabilisés, sont mesurés avec précision.

Les concentrations moyennes entrée/sortie du dissous et du particulaire (mesures de N, P, C sur l'eau brute, l'eau filtrée et filtres), sont calculés à partir de données issues d'une stratégie d'échantillonnage appropriée (séries de prélèvement instantanés ou continus).

Chapitre 2. Description de l'itinéraire technique de la ferme Extramer.

L'étude se déroulera sur la ferme EXTRAMER du groupe AQUALANDE, située à 150 Km de Palavas-les-Flots et aisément accessible par autoroute. La pisciculture se trouve en bordure de l'étang de Salses-Leucate, au pied du massif des Corbières. Construite et mise en eau en 1990, Extramer, après une période de démarrage basée sur la production de truites, est aujourd'hui spécialisée dans le grossissement du loup. La pisciculture est gérée par un responsable d'élevage assisté de deux techniciens; l'ensemble de ces personnes assure la totalité des tâches de production. Les services commerciaux et administratifs sont rattachés au siège du groupe à Roquefort (40).

Ce site présente une opportunité pour notre étude dans la mesure où l'eau utilisée est stable thermiquement et chimiquement. La température annuelle moyenne de cette eau, 17,2 °C (enregistrements 1993), est proche de celle observée sur la totalité des fermes françaises implantées en Méditerranée. Aussi, les données concernant les niveaux et caractéristiques des rejets d'Extramer pourront-elles être précieuses pour estimer les rejets des fermes méditerranéennes de loup.

1. Les infrastructures (cf. plan d'Extramer en annexe 1.1.).

1.1. Station de pompage et de dégazage.

Une station de pompage équipée de 6 groupes Flygt peut relever 1 m³/s d'eau de source ou d'eau d'étang de Salses, amenée par deux canaux distincts.

L'exploitation est dotée d'une station de dégazage capable de traiter 1400 l/s. L'eau subit un traitement pour rééquilibrer les gaz dissous (azote et dioxyde de carbone).

1.2. Plates-formes à jets.

Une plate-forme à jets placée en tête de chaque bassin permet de régler le débit de l'eau et d'obtenir, dans les bassins, la concentration souhaitée en oxygène.

La hauteur d'eau dans la chambre de mise en charge est réglable par des portes mobiles qui communiquent avec le canal principal d'alimentation. L'eau traverse ensuite la plate-forme à jets par 4 orifices identiques appelés ajutages. Ainsi, en fixant le nombre d'ajutages ouverts par bassin et la hauteur d'eau au-dessus de ceux-ci, le débit entrant dans chaque bassin est stable dans le temps et peut être déterminé à l'aide d'abaques.

La teneur en oxygène de l'eau à la sortie de la plate-forme va dépendre de la quantité d'oxygène pur injecté. Le rendement moyen de dissolution est voisin de 85 %. D'autre part, il semblerait que ces plates-formes jouent un rôle de dégazeur pour le dioxyde de carbone.

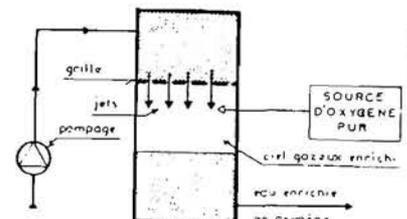
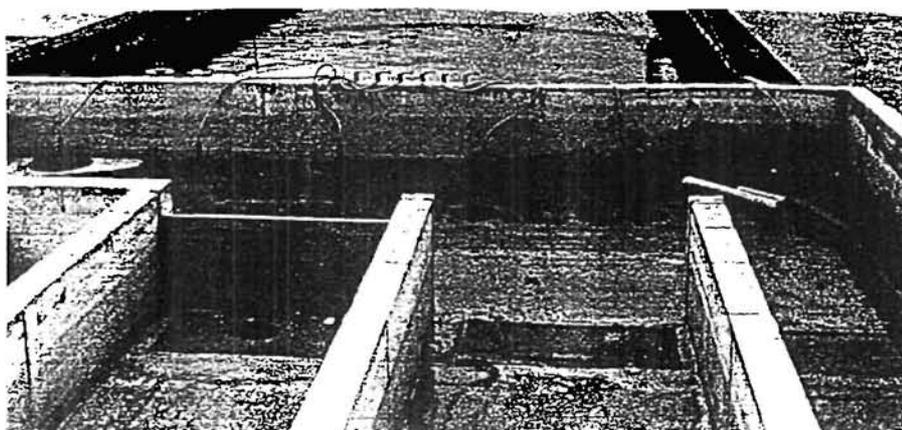


Schéma 6. Plate-forme à jets.

1.3. Canaux d'arrivée et de sortie d'eau.

Chaque bassin est alimenté par un double système d'eau de source / eau d'étang. Pour le moment, l'alimentation en eau d'étang n'est pas utilisée car la prise d'eau est trop proche de la zone de rejet des effluents de la pisciculture.

En sortie des bassins, l'eau est collectée par un canal de sortie qui se termine par un seuil protégé par une grille. Le débit sortant emprunte alors un chenal qui serpente, en se ramifiant, au milieu d'une roselière avant de se jeter dans l'étang.

1.4. Les bassins d'élevage.

Caractéristiques

Il s'agit de grands raceways bétonnés de $60 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$. La ferme est équipée de 10 bassins pour un volume total de $3\,000 \text{ m}^3$. Deux de ces bassins sont cloisonnés sur les 20 premiers mètres pour former 4 unités plus petites : $20 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$.

Equipement

Tous les bassins sont dotés de distributeurs à la demande (self-feeders de contenance de 70 L soit environ 40 kg d'aliment).

Pour éviter un développement trop important d'algues, une couverture de toiles-ombrage a été posée (95 % de rabattement de l'intensité lumineuse) sur toute la surface des bassins.

Des grilles fixes d'entrée et de sortie permettent de confiner les poissons dans le raceway. Des grilles mobiles, de maille adéquate, permettent d'isoler, dans le même raceway, des lots de poids moyen différent.

Travaux d'extension

Un deuxième ensemble de 10 bassins de 300 m^3 , identique et juxtaposé au premier, est actuellement en cours de réalisation. La fin des travaux est prévue pour mai ou juin 1994.

1.5. Autres installations.

Stockage d'oxygène

Un réservoir de 11 T permet de stocker l'oxygène liquide qui est évaporé avant distribution aux plates-formes à jets.

Maintenance, laboratoire, sanitaire et aliment

Une bâtisse en dur abrite le bureau avec le laboratoire et sanitaire, l'aliment conditionné en sacs et l'atelier de maintenance.

Alarme

Un réseau d'alarme (sirène et transmetteur téléphonique) révèle tout dysfonctionnement (niveau d'eau, problèmes électriques). Deux groupes électrogènes assurent un secours électrique efficace.

2. La qualité de l'eau.

2.1. Caractéristiques physico-chimiques.

L'eau d'élevage provient de la source Font-Estramar. Cette source est de type karstique saumâtre.

Température et salinité

Ces paramètres sont stables : température de 16-19°C (moyenne de 17,2°C en 1993) et salinité de 5 g / l.

Débit

Le débit de la source varie de 1 m³/s en étiage à plus de 30 m³/s en crue.

Les débits affectés à chaque bassin diffèrent mais ils sont constants au cours de la journée.

Gaz dissous

La teneur élevée de cette eau en bicarbonates (donc en CO₂) et en azote a posé des problèmes lors de l'élevage des truites (premier élevage mené sur l'exploitation). Une station de dégazage fut construite pour diminuer la toxicité de ces gaz.

Matières en suspension (MES)

La teneur en MES de l'eau de source est faible.

2.2. Données existantes.

a) Prélèvements du 18.03.1993 à 11 h 00 au 19.03.1993 à 11 h 00, analysé par l'Institut Bouisson Bertrand (Montpellier) :

Eau entrée :

Température 16,8 °C
 pH 7,7
 DBO₅ 6 mg O₂ / l
 DCO 39 mg O₂ / l

Eau de rejet (après la lagune-roselière) :

Température 17,2 °C
 pH 7,8
 DBO₅ 2 mg O₂ / l
 DCO 28 mg O₂ / l

b) Prélèvements effectués par l'IFREMER Palavas-les-Flots le 01.12.1993 à 16h30 :

	Entrée ferme	Sortie ferme (avant la lagune)	Différence
Ammoniaque N-NH ₃ +NH ₄ ⁺	0,046 mg N/l	0,481 mg N/l	0,435 mg N/l
Nitrites N-NO ₂ ⁻	0,026 mg N/l	0,061 mg N/l	0,035 mg N/l
Nitrates N-NO ₃ ⁻	0,702 mg N/l	0,782 mg N/l	0,08 mg N/l
Phosphates P-PO ₄ ³⁻	0,051 mg P/l	0,113 mg P/l	0,062 mg P/l

Tableau 7. Valeurs observées pour l'azote et les phosphates dissous sur l'échantillon du 01.12.1993.

Commentaires

L'observation de ces résultats succincts montre que :

- l'eau d'entrée contient très peu d'ammoniaque, de nitrites et de phosphates. Les nitrates sont présents à des concentrations 15 à 30 fois plus importantes que celles des autres composés;
- l'ammoniaque est le composé dissous rejeté en plus grande quantité par l'élevage (10 fois plus que pour les phosphates);
- des nitrites et des nitrates sont rejetés par l'élevage. Les poissons n'excrétant ni l'un, ni l'autre, ces productions supposent l'existence dans les bassins d'une activité bactérienne. Les parois, les fonds de bassins et les algues filamenteuses constituent autant de surfaces propices au développement éventuel de bactéries nitrifiantes oxydant l'ammoniaque.

Comparaison approximative des rejets ammoniacaux mesurés avec les équations de GUERIN-ANCEY (1976)

Les concentrations observées peuvent être mises en relation avec la biomasse en présence ce jour-là soit environ 100 T de poissons (donnée mensuelle) et avec un débit horaire de 4200 m³. A partir de ces données, on obtient les rejets suivants :

44 kg N-NH₃+NH₄⁺ / jour pour la biomasse effective ce 01.12.1993 (~ 100 T).

Cette estimation doit être relativisée :

- la mesure du 01.12 ne traduit pas un niveau moyen de rejets de la pisciculture;
- le débit et la biomasse ne sont pas connus avec précision.

En utilisant les équations traduisant l'effet du poids du corps sur l'excrétion azotée (pour une température de l'eau de 18°C) GUERIN-ANCEY (1976), les calculs conduisent pour le mois de décembre 1993 (composition du cheptel enregistrée par le responsable d'élevage) à 35 kg N-NH₃+NH₄⁺ / jour pour la biomasse considérée.

A première vue, il semble que les concentrations relevées sont assez cohérentes avec le modèle fourni par GUERIN-ANCEY (1976).

3. Itinéraire zootechnique de l'élevage.

3.1. Elevage.

3.1.1. Alevinage.

Les alevins sont achetés dans deux écloséries (Cyclope à Sète ou Ferme Marine du Douhet sur l'île d'Oléron) au poids moyen d'1 ou 2 g. En 24 mois d'élevage, on obtient des adultes de 350 g. L'effectif des lots d'alevins achetés est déterminé à l'éclosérie par pesée. Les dénombrements réalisés par le personnel d'Extramer sur les poissons commercialisables indiquent, qu'en moyenne et compte tenu de la mortalité observée, ces effectifs de départ seraient surévalués de 5 %.

Pour l'année 1994, les achats d'alevins prévus s'échelonnent de la manière suivante :

300 000 individus en février 1994
150 000 en juin 1994
150 000 en septembre 1994

3.1.2. Biomasse.

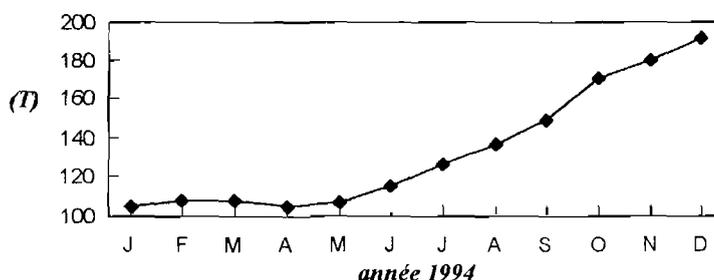
La biomasse présente sur la ferme est connue à chaque instant. Des fiches d'élevage, tenues à jour, compilent pour chaque lot :

- effectif d'alevinage;
- nombre de poissons morts;
- tris et dédoublement;
- pêches commerciales;
- suivi de croissance (échantillonnages réguliers : 2 fois par mois pour les alevins et une fois par mois pour les lous adultes).

Ces fiches permettent de préciser le modèle de croissance qui est utilisé pour calculer les prévisions d'évolution de la biomasse et des ventes en 1994 comme l'illustrent les deux graphes ci-après :

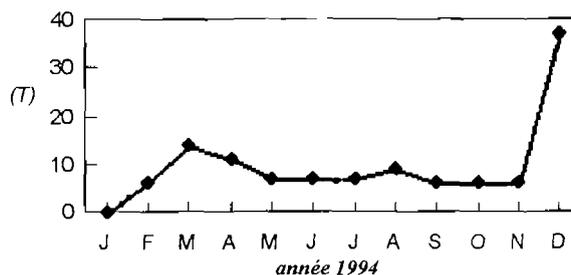
Biomasse (prévisions 1994)

Pisciculture d'Extramer (Salses)



Ventes (prévisions 1994)

Pisciculture Extramer (Salses)



Ces prévisions pour 1994 peuvent d'ores et déjà être réajustées sachant que, pour le mois de mai, la biomasse totale ne serait pas de 107 T mais 120 T de loups. En effet, le marché du loup est actuellement à la baisse ce qui explique les surcharges observées dans les bassins.

3.1.3. Mortalités et pathologies.

Les poissons morts sont pêchés et dénombrés quotidiennement pour chaque lot.

En 1993, les mortalités les plus fortes sont observées durant l'été indépendamment de l'âge des poissons. Les alevins paraissent plus fragiles les premiers mois de leur élevage (1 % de pertes mensuelles le premier mois puis 0,2 à 0,3 % par mois ensuite).

Les pathologies les plus courantes sont les vibrioses. Un traitement antibiotique est effectué, en pareil cas, par voie orale.

3.1.4. Gestion des lots.

Alevins

Les alevins sont préférentiellement installés en tête de bassin (première eau) et ne sont jamais directement juxtaposés à des lots de poissons adultes.

Effet autonettoyant

A Extramer, tout a été pensé pour que l'effet de charge assure la remise en suspension des fèces. La conception des bassins est, en effet, basée sur cet effet autonettoyant. Cette conception particulière permet de diminuer les tâches de nettoyage très coûteuses en main-d'oeuvre.

Les cloisons mobiles permettent d'adapter la charge à son optimum pour bénéficier de l'effet autonettoyant des bassins. Les charges dans les raceways sont comprises entre 30 et 60 kg/m³. La charge minimale nécessaire pour assurer cet effet autonettoyant est de 20-25 kg/m³.

Entretien des bassins

Les grilles d'entrée et de sortie de la pisciculture sont nettoyées quotidiennement comme celles situées aux extrémités des raceways.

Cependant, tous les bassins contenant des lots d'alevins (lots de 1ère eau) sont brossés tous les jours (durée de l'opération = 20 min.).

Chaque raceway est vraiment nettoyé tous les 10 mois lorsqu'il est vide de poisson par adjonction à l'eau de sulfate de cuivre pendant 4 à 6 jours. Les bassins ne sont jamais mis à sec mais isolés de la circulation d'eau de la ferme par mise en place de cloisons étanches dans leurs extrémités distales.

3.2. L'alimentation.

3.2.1. Composition de l'aliment et granulométrie.

L'aliment utilisé sur la ferme Extramer est un granulé sec pressé dit "standard" dont la composition dépend de la granulométrie, elle-même adaptée à la taille des poissons.

Sur un cycle d'élevage, 6 granulométries sont utilisées avec des compositions variables.

Les alevins consomment un aliment de petite taille assez riche en protéines et en lipides. Au-dessus de 15 g de poids moyen, les poissons sont nourris avec un granulé de composition plus faible en protéines et en lipides.

L'exploitation s'approvisionne chez deux fournisseurs : TROUW et AQUALIM.

Le tableau ci-dessous regroupe les principales valeurs du granulé extrudé Ecoline d'Aqualim utilisé sur les lots suivis :

Gamme de poids (g)	Diamètre du granulé (en mm)	Ecoline 17	Composition
1-5	0,9-1,4	0 miette	protéines 45 % lipides 20 % cendres 8 %
5-15	1,4-2,2	1 miette	
15-30	1,9	granulé 2	
30-40	2,4	granulé 3	
40-80	3,4	granulé 4	
80-600	4,8	granulé 5	

Tableau 8. Composition et granulométrie de l'aliment en fonction du poids du poisson sur la ferme d'Extramer.

L'aliment Ecoline d'Aqualim (granulé extrudé) est testé durant la période d'observation car cet vers ce type d'aliment qu'Extramer souhaite s'orienter. Sa composition est distincte de celle du granulé Trouvit utilisé jusqu'à présent puisqu'il contient 48% protéines et 20% de lipides.

Cette composition a été mise au point avec succès chez la truite et conduit à une augmentation de la vitesse de croissance et à une diminution de l'indice de conversion et des rejets (particulaires et dissous). Le même effet n'a pas été mis clairement en évidence chez le loup.

3.2.2. Rationnement et distribution.

La détermination de la ration journalière se fait en fonction de tables et est réajustée selon le niveau de consommation. Tous les 15 jours, la ration est recalculée à partir des niveaux de croissance théorique et mesurés, en tenant compte des mortalités et des ventes. La table de rationnement utilisée se trouve en annexe 1.2. L'indice de conversion est de 1,8 (en 1993, pour 100 T de poissons produits, 180 T d'aliment ont été consommées).

La ration journalière est pesée et placée chaque matin vers 9 h dans le réservoir des distributeurs à la demande (self-feeder). Si, au moment du chargement des self-feeders il reste du granulé dans le réservoir, celui-ci est récupéré, pesé et déduit de la ration de la veille.

Les alevins sont nourris à la main (ration préparée pour la journée dans un seau) en plusieurs repas par jour.

Le granulé n'est pas tamisé avant la distribution et le personnel confirme le fait que le pourcentage de fines (poussières de granulé) est très faible (estimé à moins de 1%).

Si les poissons doivent être vendus, ils sont mis à jeun pendant 3 jours. Les poissons en fin de maturation sexuelle (à partir de 200 g) sont mis à jeun une fois par semaine (le dimanche) de décembre à février.

3.2.3. Comportement alimentaire.

Les comportements sont très variables aux dires de l'éleveur. Un self-feeder, distributeur à la demande, peut être vidé par les poissons dans la demi-heure qui suit son remplissage (en cas d'excitation extrême) ou alors, à contrario, ne pas être utilisé pendant 24 h.

3.2.4. Livraisons.

L'aliment est livré tous les 15 jours par quantité de 12 T (données du mois de février 1994) soit 480 sacs de 25 kg répartis sur 12 palettes de une tonne chacune.

3.3. Tris, pesées et comptages.

3.3.1. Tris et comptages.

La pisciculture est équipée d'une vis pour pêcher les poissons, d'un trieur mécanique et d'un compteur à poisson.

Les poissons morts sont comptabilisés chaque jour mais ils ne sont pas pesés.

Tris par gamme de poids :

à 15 g : tri car surcharge du raceway

==> division en 2 lots soit 50 % de têtes de lot et 50 % de queues de lot.

à 280 g : tri pour séparer les poissons commercialisables de ceux qui ne le sont pas

==> division en 3 lots, la queue de lot sera retriée par la suite.

Pour toute manipulation qui le nécessite, les poissons sont endormis au phénoxy-2 éthanol (12 l pour 15 T de poissons).

1994 : 3 tris sont prévus sur les 200-280 g entre février et juin 1994.

3.3.2. Suivi de la croissance.

De 1 à 20 g, les poissons sont pesés tous les 15 jours par échantillonnage global. Ensuite, ces pesées sont mensuelles.

Les suivis de croissance des lots ont mis en évidence des différences de potentiels de croissance en fonction de la période d'achats des alevins : les lots d'été se sont avérés beaucoup plus homogènes que les lots d'hiver. Il faut ici souligner que la température de l'eau en été est presque supérieure de 3°C à celle d'hiver.

3.4. Pêche et ventes.

3 catégories de poissons sont commercialisées :

- 300-400 g,
- 400-600 g,
- 600-800 g.

Les loups d'Extramer sont commercialisés à travers l'Europe entière, moins de 10 % de la production est vendue en Languedoc-Roussillon.

Chapitre 3. Analyse des contraintes.

Suite à une visite du site et plusieurs discussions avec les agents d'Extramer, nous avons identifié une série de freins au bon déroulement de notre étude. Dans ce chapitre, nous analyserons chacun de ces points de blocage en expliquant son impact sur l'étude et proposerons le principe de la solution retenue, parmi plusieurs, pour résoudre ce problème. Il pourra s'agir soit de modifier l'objet de l'étude, soit de contrôler un paramètre pertinent ou encore de mettre en place des outils spécifiques avec des campagnes préliminaires d'essai pour tester la validité du système choisi. Dans les deux derniers cas cités, la méthode d'investigation est décrite au chapitre 4 figurant plus loin dans ce travail (p.48).

1. Production de routine.

1.1. Non validité du suivi global de la ferme Extramer.

Pour Y. ROEST-CROLLIUS, responsable d'élevage : " La ferme n'a jamais été, n'est pas et ne sera jamais en production de routine." Ayant débuté en produisant de la truite, la pisciculture s'est ensuite orientée vers le loup et risque encore de se diversifier dans les prochaines années, ceci selon les impératifs du marché. Quelques 600 kg d'esturgeons sont déjà présents sur le site (ils ne seront pas pris en compte dans le cadre de l'étude). La daurade est une espèce également attractive aux yeux du responsable d'élevage.

Les biomasses en présence sont élevées (plus de 100 T) et vont encore considérablement augmenter dans les mois à venir (pour l'année 1994, la biomasse devrait doubler cf. graphes p.38). Ces surcharges des raceways s'expliquent, en partie, par la baisse passagère des prix du loup (mévente) et surtout par la présence de stocks destinés à peupler les nouveaux bassins en construction.

Ainsi, tant en termes d'espèce que de biomasse, la ferme Extramer est en perpétuelle évolution. Dans ces conditions, il n'est pas possible de mettre en évidence une cadence annuelle au niveau des stocks instantanés (composition du cheptel par lots, biomasse totale). Ceci signifie que les résultats d'un suivi global de l'exploitation sur une période de 2 à 3 mois ne se répéteront jamais. Cela rend illusoire toute recherche de modèle descriptif annuel à partir des rejets globaux de la ferme.

Cette constatation nous oblige à modifier, pour partie, l'objet de notre étude. Le suivi global des rejets de la ferme n'aura donc pas pour objectif de modéliser les rejets d'une ferme produisant X tonnes de poisson commercialisable par an, il servira pour l'essentiel à valider le modèle exprimant les rejets en fonction du poids moyen, modèle obtenu à partir du suivi de lots clairement identifiés.

1.2. Variations de stock et bilans de masse.

Il est possible, pour toute exploitation dont la production peut être qualifiée de routinière, d'établir le bilan de masse, sur l'année, de tout élément X comme :

$$\mathbf{Alevins (X) + Aliment distribué (X) = (Morts + Production) (X) + Rejets (X)}$$

Par contre, pour une pisciculture dont la production n'est pas stable, il faudra tenir compte de la variation de stock, celle-ci faisant partie intégrante des flux de sortie. C'est le cas d'Extramer, qui pour l'année 1994 (cf. graphe p.38) va voir son stock doubler (variation de 100 T).

A priori, la composition corporelle du loup varie au cours de la croissance et en fonction de l'aliment, chaque classe d'âge se différencie donc par sa teneur en l'élément X. Aussi, la variation de stock observée, en terme de N, P ou C, devra-t-elle être calculée lot par lot.

2. Variations spatio-temporelles de la qualité de l'eau (particulaire et dissous).

2.1. Variations temporelles en entrée et en sortie de pisciculture.

En salmoniculture, il est reconnu que l'analyse ponctuelle des paramètres MES et substances dissoutes donne une image erronée des rejets, car des fluctuations nyctémérales importantes ont été constatées; ces fluctuations dépendent des conditions d'exploitation et d'alimentation. Dans un premier temps, on s'attachera donc à vérifier leur existence ou absence de pour 2 paramètres : MES et ammoniacque

Un suivi par prélèvements successifs en entrée et en sortie de la ferme sera réalisé sur 24 h avec un pas de temps suffisant pour mettre en évidence toute variation importante dans la valeur de ces 2 paramètres. Les résultats du suivi seront analysés et permettront de choisir la stratégie d'échantillonnage qui sera retenue pour l'étude complète des rejets. En effet, deux choix de prélèvements sont possibles :

- le prélèvement ponctuel (fréquence à définir) si la valeur du paramètre est stable dans le temps;
- le prélèvement par pool dans le cas où la valeur du paramètre varie.

Cette dernière, qui consiste à prélever en continu et sur 24 h une faible quantité des débits, donne par intégration une image très précise de la moyenne du paramètre considéré sur 24 h. Il convient de rappeler ici que l'objet de l'étude n'est pas la mise en évidence de rythme de rejets.

2.2. Autres processus susceptibles de faire varier la qualité de l'eau au cours de l'année.

Plates-formes à jets

Les paramètres susceptibles de varier par passage à travers la plate-forme à jets sont la teneur en oxygène, bien entendu, mais aussi les teneurs en dioxyde de carbone et en azote gazeux d'après le responsable d'élevage. Les concentrations en carbone dissous, qui sont celles qui nous intéressent dans notre étude, seront dosées avant et après passage sur la plate-forme à jets. Les paramètres physiques suivis seront le pH, les gaz totaux et l'oxygène dissous.

2 hypothèses sont envisageables :

CAS 1 : les teneurs en carbone sont modifiées

==> les prélèvements se feront après les plates-formes à jets, ce qui va considérablement alourdir le protocole car il faudra mesurer les caractéristiques de l'eau en entrée de chaque bassin;

CAS 2 : les teneurs en carbone ne sont pas modifiées

==> les prélèvements d'eau se feront dans le chenal d'arrivée d'eau, l'eau d'entrée étant la même pour tous les bassins.

Blooms algaux

La présence d'algues peut induire une augmentation des MES ainsi qu'une diminution des teneurs en azote (ammoniaque, nitrites et nitrates) et en phosphore (phosphates) qui sont des éléments nutritifs pour les algues. Tout développement algal important dans les bassins aura donc un impact sur nos résultats.

Ces algues se présentent sous deux formes : il pourra s'agir d'algues fixées ou de microalgues.

L'estimation de la population phytoplanctonique se fera par dosages de la chlorophylle A et de la silice, en entrée et en sortie de la ferme. S'il s'avère que le développement algal est conséquent à l'échelle de la ferme, alors le contrôle sera opéré sur les bassins contenant les lots de première eau (lots faisant l'objet d'un suivi).

Produits génitaux

Dans la fraction particulaire des rejets des poissons, on peut trouver des produits génitaux. Les quantités de MES déterminées ainsi que les analyses réalisées sur le particulaire et le dissous s'en trouveront affectées d'autant.

En effet, de fin novembre à fin mars, les mâles matures (les femelles sont vendues avant de l'être) vont rejeter dans le milieu ambiant leurs produits génitaux, ceci malgré l'absence de thermopériode.

Les expérimentations ne débutant qu'en avril, nous ne rencontrerons pas ce problème.

Crues

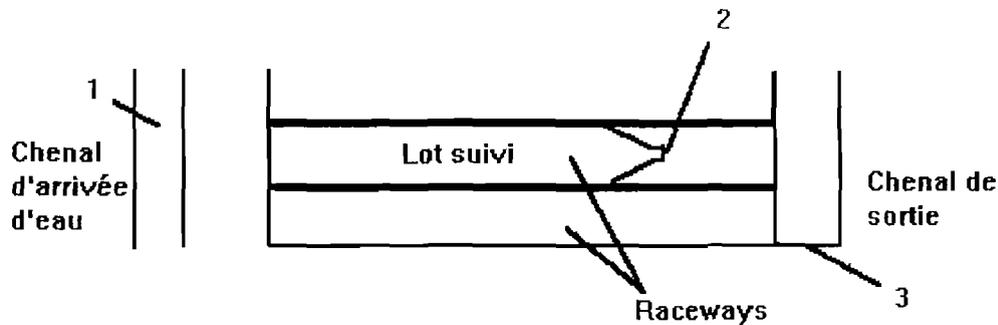
Par lessivage, lors d'une crue due à des précipitations importantes, des matières argileuses, des micro-organismes, des débris végétaux, vont être mis en suspension et les MES mesurées seront très élevées en entrée, aussi la détermination des MES dans les bassins sera-t-elle moins fiable. Afin d'éviter de travailler dans de telles conditions, le bulletin météorologique sera consulté préalablement à tout déplacement sur le site.

2.3. Variations spatiales de la qualité de l'eau.

Phénomènes de sédimentation des MES

Si au niveau des entrées et des sorties d'eau de chacun des bassins ou de la ferme, les concentrations en matières dissoutes sont réputées homogènes quel que soit le point de prélèvement, il n'en est pas de même pour les MES qui ont tendance à sédimenter. Il est important de préciser que les phénomènes de sédimentation, dans les bassins, sont indépendants de l'effet autonettoyant. Ainsi l'observation visuelle montre que le flux d'eau sortant d'un bassin sera plus chargé en MES à proximité du fond qu'en surface (gradient vertical lié à la gravité) et au milieu que sur les bords (gradient horizontal lié aux mouvements de l'eau par les poissons). Pour palier à ce phénomène, un système destiné à remettre en suspension les MES sédimentées a été conçu et mis au point.

Il s'agira donc de montrer que la répartition des MES est homogène dans le canal d'arrivée d'eau, à la sortie du dispositif de remise en suspension des fèces et à la sortie de la pisciculture. Etudier cette répartition des MES permettra de définir une stratégie correcte d'échantillonnage. Ces différents points mentionnés ici sont les lieux stratégiques de prélèvement, le schéma qui suit permet de les localiser :



(1) entrée de la pisciculture

(2) sortie de bassin = sortie du dispositif de remise en suspension des MES

Par un jeu de déflecteurs, les fèces vont être regroupées au fond du raceway à mi-largeur. Un couloir de sortie aménagé directement après ces déflecteurs servira de chambre de remise en suspension des MES grâce à un bullage (bulles de taille adéquate).

(3) sortie de la pisciculture

Schéma 7. Situation de ces trois lieux de prélèvement.

L'eau de toute la ferme transite par un point seuil avant de se jeter dans les canaux de décantation. Dans ce cas de figure, les MES ne sédimentent pas, par contre, il semblerait qu'elles ne se répartissent pas également sur la largeur du chenal.

De visu, nous avons, en effet, observé l'existence d'une trajectoire particulière des MES : elles se déplaçaient surtout du côté des bassins (à gauche sur la représentation ci-dessus). Si gradient horizontal il y a, il sera mis en évidence.

Hypothèses de travail et stratégies envisagées :

- entrée de la pisciculture (1) (recherche de la répartition spatiale des MES)

Cas 1 : phénomène de sédimentation des MES

==> un système de bullage sera mis en place;

Cas 2 : les MES ne sédimentent pas

==> l'eau sera prélevée en un seul point quel qu'il soit.

- sortie des bassins (2) (recherche de la répartition spatiale des MES)

Cas 1 : la répartition des MES n'est pas homogène à la sortie du système

==> amélioration du système jusqu'à ce qu'il soit performant;

Cas 2 : la répartition des MES est homogène

==> le système sera mis en place à la sortie de chaque lot suivi.

- sortie de la pisciculture (3) (recherche d'un gradient horizontal)

Cas 1 : existence d'un gradient de concentration des MES d'un bord à l'autre du chenal

==> une pompe péristaltique à 4 canaux sera utilisée, les prélèvements seront ainsi réalisés en 4 points simultanément;

Cas 2 : concentration en MES homogène d'un bord à l'autre du chenal

==> l'eau sera prélevée en un seul point quel qu'il soit.

Phénomènes d'accumulation de MES

Pour l'étude des rejets lot par lot, il est prévu de choisir les lots de poissons dont la charge est suffisante pour assurer, au sein du bassin, un effet autonettoyant important. Cet effet, lié à l'hydrodynamisme dû aux poissons, minimise le temps de séjour dans le bassin et empêche l'accumulation des fèces.

En contrepartie, au niveau de la ferme, il est possible que certains endroits à hydrodynamisme faible favorisent la sédimentation et l'accumulation des MES : aval immédiat d'une cloison mobile ou d'une grille, bassin insuffisamment chargé en poissons, par exemple.

Ces accumulations, difficiles à apprécier, sont préjudiciables au suivi global des rejets car elles agissent comme un piège, en retenant de la matière (bilans de masse erronés) et en modifiant la composition des rejets (minéralisation par réduction de la matière organique). La présence de sulfures, produits de la réduction des MES, pourrait être un bon indicateur de l'importance du phénomène dans les bassins.

En premier lieu, la teneur en sulfures sera évaluée à l'échelle de la ferme ($[\text{sulfures}]_{\text{sortie}} - [\text{sulfures}]_{\text{entrée}}$) puis éventuellement à l'échelle des bassins si réduction il y a.

3. Composition corporelle du loup et alimentation.

3.1. Composition corporelle du loup.

Dans le cadre de la détermination des bilans de masse, la composition corporelle du loup doit être évaluée. En effet, aucune donnée bibliographique n'est disponible concernant l'évolution de la composition corporelle du loup (en terme de N, P et C) avec l'âge.

Nous allons donc au cours des expérimentations doser les teneurs en azote, phosphore et carbone des poissons suivis. Chaque lot de loup fera l'objet d'une mesure de la composition corporelle en début de suivi et en fin de suivi. Ces données seront liées à des poids moyen déterminés.

3.2. Composition de l'aliment.

Les quantités d'azote apportées aux poissons varient en fonction de la quantité et de la qualité du granulé distribué. Pour construire un modèle liant rejets et poids moyen d'un poisson correctement rationné, il faut que les différents lots soient nourris avec un aliment de même composition (la quantité est fonction du poids moyen). Cette restriction implique de ne pas tenir compte des rejets des alevins inférieurs à 15 g qui sont nourris avec un granulé différent, enrichi en protéines et en lipides.

L'absence de valeurs de rejets pour ces alevins n'est pas très pénalisante dans la mesure où ce type d'aliment représente moins de 5 % des quantités globales distribuées annuellement.

L'extrapolation, avec discernement, aux alevins des résultats obtenus sur des poissons plus gros viendra diminuer l'erreur sur les résultats modélisés calculés pour la ferme.

3.3. Un mode particulier d'alimentation : les self-feeders.

Si les quantités d'aliment distribué dans les self-feeders sont connues avec exactitude, il n'est pas aisé de connaître les rythmes de consommation au cours de la journée. C'est pourquoi, nous raisonnerons à l'échelle de la journée.

D'autre part, il n'est pas possible, dans notre étude, de connaître la part d'aliment non ingéré (fines + granulés non consommés). Rappelons cependant que l'indice global de conversion sur la ferme est de 1,8. Cette valeur est correcte pour un élevage de loups, dans la mesure où les croissances enregistrées sont performantes, et suppose que la méthode d'alimentation utilisée est performante et n'occasionne que très peu de gaspillage.

En conséquence, nous considérerons que la fraction inconnue d'aliment non consommé dans les MES récupérées lors de nos expérimentations est le reflet du fonctionnement normal d'une ferme.

3.4. Gestion de l'alimentation.

Il est vraisemblable que la quantité d'aliment ingéré au jour J-1 par un poisson influence, en partie, ses rejets au jour J; aussi, il est important de veiller à ce que les journées d'échantillonnage soient situées dans une période où les poissons sont nourris avec régularité.

Chapitre 4. Mesures, campagnes préliminaires.

Les contraintes, précédemment identifiées, nécessitent, pour certaines, la mise en place de mesures et de vérifications préalables à tout protocole au cours des campagnes préliminaires qui concernent, dans l'ordre :

- l'effet des plates-formes à jets sur les caractères physico-chimiques de l'eau;
- les variations spatiales de la répartition des MES;
- la vérification de l'existence de variations temporelles de la qualité de l'eau de source et d'une rythmicité nyctémérale de l'excrétion des poissons;
- la composition corporelle du loup;
- le développement microalgal.

L'effet autonettoyant n'a pas été étudié par manque de matériel de dosage. Les conclusions tirées de ce chapitre sont destinées à définir le protocole (cf. chapitre précédent).

1. Effet des plates-formes à jets.

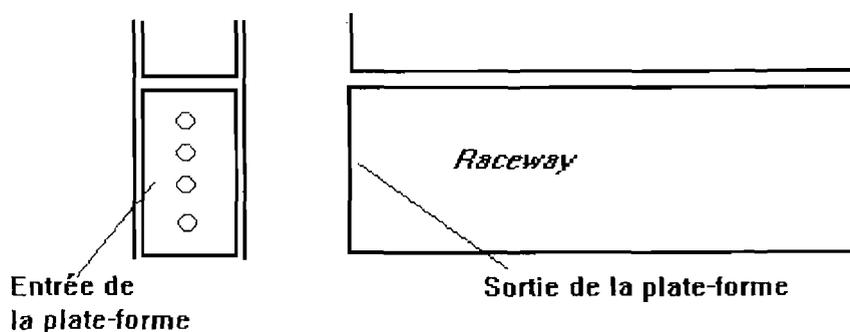


Schéma 8. Localisation des prélèvements.

1.1. Influence de la plate-forme à jets sur les composés carbonés (annexe 2.4).

1.1.1. Matériel et méthode.

Un prélèvement simultané à l'entrée et à la sortie de la plate-forme à jets est effectué par quatre fois (8 échantillons en tout). Pour précaution, des gants sont portés lors de ce prélèvement. Les échantillons sont filtrés à 1,2 μm . Ils sont conservés par addition de bichlorure de mercure (400 mg/l). Huit flacons en verre sont remplis pour analyse chimique des teneurs en carbone. Durant le transport, les flacons sont placés dans une glacière. Le carbone minéral et le carbone total sont dosés, en duplicata, avec un analyseur COT à infrarouge.

1.1.2. Résultats, discussion et impact sur l'étude.

	N° échantillon	TC (mg C/l)	IC (mg C/l)	TOC (mg C/l)
Entrée plate- forme	<i>1</i>	<i>53,64</i>	<i>48,65</i>	<i>4,99</i>
	<i>2</i>	<i>48,4</i>	<i>47,99</i>	<i>0,41</i>
	<i>3</i>	<i>48,64</i>	<i>48,08</i>	<i>0,56</i>
	<i>4</i>	<i>49,31</i>	<i>48,24</i>	<i>1,07</i>
	moyenne*	48,78	48,10	0,68
	écart-type*	0,47	0,13	0,35
	CV*	1 %	0,3 %	51,5 %
Sortie plate- forme	<i>5</i>	<i>48,86</i>	<i>47,72</i>	<i>1,14</i>
	<i>6</i>	<i>55,74</i>	<i>49,9</i>	<i>5,84</i>
	<i>7</i>	<i>48,24</i>	<i>47,82</i>	<i>0,42</i>
	<i>8</i>	<i>48,31</i>	<i>47,75</i>	<i>0,56</i>
	moyenne*	48,47	47,73	3,49
	écart-type*	4,86	1,54	3,32
	CV*	9,3 %	3,2 %	95,23 %

CV = coefficient de variation

* = les échantillons en italique ne sont pas pris en compte (valeurs surprenantes)

Tableau 9. Concentrations en carbone dissous total (TC), minéral (IC) et organique (TOC) de l'eau en amont et en aval d'une plate-forme à jets.

Le carbone total mesuré est constitué à plus de 95 % de carbone inorganique, que ce soit en entrée ou en sortie de la plate-forme à jets. Les TC déterminés sur l'eau d'entrée et celle de sortie de la plate-forme ne diffèrent pas (différence < 1 %). De la même façon, la différence pour le carbone inorganique est inférieure à 1 %. Il apparaît donc clairement que pour ces deux analyses la plate-forme à jets n'est pas déterminante aussi admettra-t-on, pour la suite de l'étude, que la plate-forme à jets n'influe pas sur le carbone inorganique dissous. Les prélèvements d'eau se feront donc dans le chenal d'arrivée d'eau, avant les plates-formes à jets et non après.

Il convient de souligner, dès maintenant, les coefficients de variation élevés des séries de résultats concernant le TOC. Enfin, une mesure sur quatre est aberrante ce qui pourrait traduire une mauvaise conservation des échantillons ou une moindre fiabilité de l'appareil.

1.2. Influence de la plate-forme à jets sur les paramètres physiques.

1.2.1. Matériel et méthodes.

En position 1 et 2, le pH (pH-mètre Ponselle), les gaz totaux (saturomètre) et l'oxygène dissous (oxymètre Ponselle) sont mesurés. Trois mesures par point et par paramètres sont envisagées avec 30 min. d'intervalle. Entre les mesures, les contenants (flacons en polypropylène de 100 ml) et l'électrode utilisés pour le pH sont rincés à l'eau distillée.

1.2.2. Résultats et discussion.

		Essai 1	Essai 2	Essai 3
pH	<i>entrée</i>	7,23	7,25	7,26
	<i>sortie</i>	7,25	7,26	7,27
	différence	0,2	0,1	0,1
O ₂ (mg/l)	<i>entrée</i>	6,6	6,6	6,6
	<i>sortie</i>	12,3	12,3	12,3
	différence	6,7	6,7	6,7
Gaz totaux (mm Hg)	<i>entrée</i>	-20	-35	-33
	<i>sortie</i>	+10	+10	+10
	différence	43	43	43

Tableau 10. Mesures de pH, oxygène dissous et gaz totaux réalisées en amont et aval d'une plate-forme à jets.

L'oxygène dissous et les gaz totaux sont nettement modifiés par le passage sur la plate-forme à jets.

Le pH varie à peine, la plate-forme n'aurait donc pas d'effet important sur le carbone dissous. Sachant qu'en entrée de la pisciculture il n'y a sans doute quasiment pas de dioxyde de carbone, ce résultat doit être temporisé.

2. Répartition spatiale des MES.

Lors de la première journée d'échantillonnage, nous avons déterminé qu'il fallait :

- 10 l d'eau en entrée de la pisciculture,
- 5 l en sortie du bassin,
- 3 l en sortie de la pisciculture,

pour colmater une membrane filtrante GFC Whatman.

2.1. Matériel et méthodes.

Entrée de la pisciculture

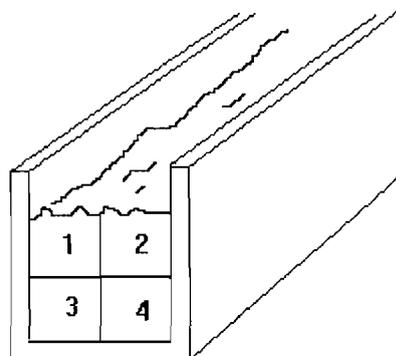


Schéma 9. Coupe transversale du chenal d'arrivée d'eau.

Trois séries de prélèvements simultanés en 4 points (schéma ci-dessus) sont effectuées. Les prélèvements pour dosage des MES sont effectués par gravité à l'aide de tuyaux plastiques de diamètre adapté. La durée de prélèvement sera suffisante pour prélever 10 litres d'eau dans 2 erlenmeyers de 5 l.

Les manipulations sont successivement :

- filtration à 1,2 μm sur des filtres GFC Whatman pré-pesés;
- rinçage des contenants pour ne perdre aucune MES et filtration de l'eau de rinçage;
- rangement des filtres sur du papier aluminium dans des boîtes de pétri;
- séchage et pesée dès retour à la station.

Par pesée différentielle des filtres, on obtient le poids de matières retenues par le filtre, qui, rapporté au volume d'eau filtré, donne la teneur de l'eau en MES.

Sortie des bassins

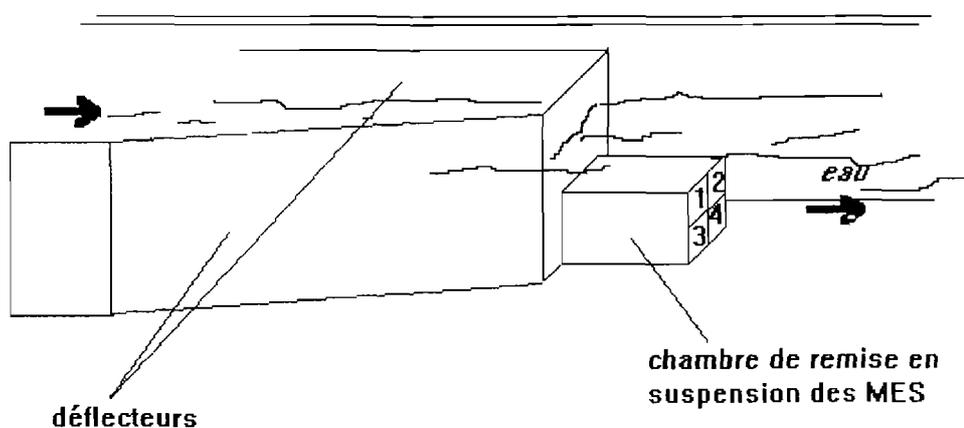


Schéma 10. Sortie du système de remise en suspension des MES.

De même que pour l'expérimentation précédente, un prélèvement (de 5 litres) est réalisé simultanément pour les 4 sections définies sur le schéma avec une pompe péristaltique, ceci répété par trois fois.

Pour chaque série, on procède comme précédemment.

Sortie de la pisciculture

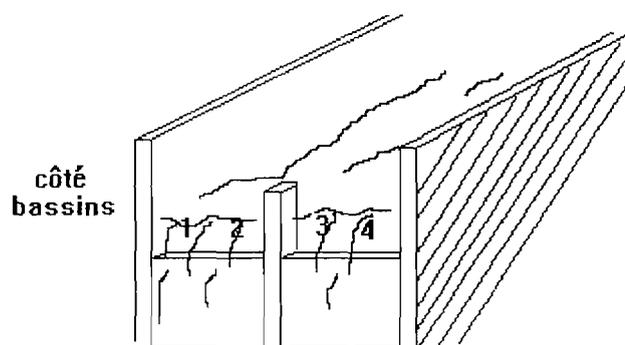


Schéma 11. Point seuil à la sortie de la pisciculture.

Trois échantillonnages sont réalisés pour chaque point mentionné ci-dessus (1 à 4). A l'aide d'une pompe péristaltique, les 4 points sont échantillonnés simultanément.

Pour chacun des points de prélèvement 3 litres d'eau sont pompés et traités comme décrit ci-avant.

2.2. Résultats et discussion.

Les répartitions observées pour chacun des 3 lieux de prélèvement sont exprimées, dans le tableau qui suit, en pourcentage des MES totales récoltées.

	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Total
entrée pisciculture	23,5 %	25,3 %	25,7 %	25,4 %	100 %
sortie bassin	28 %	22,7 %	25 %	24,2 %	100 %
sortie pisciculture	20,2 %	25,2 %	27,1 %	29 %	100 %

Tableau 10. Répartition des MES en entrée et sortie de la pisciculture ainsi qu'en sortie du système de récolte.

L'ensemble des données brutes figure en annexe 2.1.

Entrée de la pisciculture.

Toutes les valeurs de MES sont très proches de 25 % aussi la répartition observée est très homogène dans le plan de prélèvement. Quel que soit le point d'échantillonnage, le prélèvement sera fiable.

Sortie bassin (système de récolte).

Ici encore, les répartitions sont quasi semblables d'un point à l'autre : 22,7 à 28 % avec un déplacement préférentiel très léger des matières vers le fond (points 1 et 3). Cette différence étant moindre, le test valide le système de remise en suspension. Un seul point de prélèvement situé en son centre sera utilisé pour le suivi.

Sortie pisciculture.

D'après les mesures réalisées, les MES se déplaceraient en quantité légèrement plus importante vers l'extérieur du chenal (points 3 et 4 sur le schéma 11) mais toujours dans une moindre mesure (différence de 10 % entre les deux extrémités du chenal). Le point de prélèvement sera donc situé au milieu du chenal.

Les analyses de variance réalisées à partir de ces données montrent que :

- les séries de mesures sont homogènes, il n'y a aucun résidu suspect,
- les probabilités liées au facteur point sont de 0,3187 pour l'entrée de la pisciculture, 0,2642 pour la sortie du bassin et 0,4587 pour la sortie de la pisciculture. Ces probabilités sont nettement supérieures à 0,05, on conserve donc l'hypothèse H_0 qui est de considérer les moyennes de chaque point comme égales,
- les essais manquent de puissance a posteriori.

En fait, ces analyses n'ont pas mis en évidence de différences significatives entre les 4 points de prélèvements. Nous considérons que la répartition est homogène pour la précision recherchée.

3. Vérification de l'existence de variations temporelles de la qualité de l'eau de source et de rythmes nycthémeraux des rejets.

3.1. Matériel et méthodes.

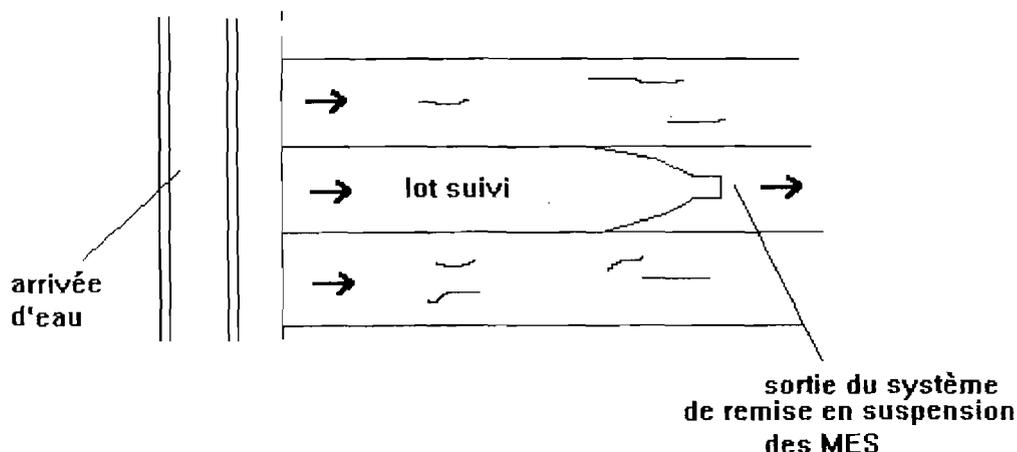


Schéma 12. Localisation des points de prélèvement.

Les rejets d'un lot de loups de poids moyen 130 g (lot 33) sont mesurés sur une période de 24 h avec un pas de mesure de 1 h (les prélèvements d'entrée et de sortie du bassin étant espacés de 30 min.). Ces mesures permettent d'évaluer également la constance de la qualité de l'eau de l'eau de source (données d'entrée). Les paramètres suivis sont l'ammoniaque et les MES puisqu'ils sont les plus susceptibles de varier.

Détermination des MES (48 dosages)

- homogénéisation de l'eau (10 l en entrée et 5 l en sortie de bassin);
- filtration à 1,2 μm sur des filtres GFC Whatman pré-pesés,
- récupération du filtrat pour dosage de l'ammoniaque,
- rinçage des contenants à l'eau distillée et filtration de cette eau,
- transport dans des boîtes de pétri,

- séchage et pesée des filtres à la station,
- après pesée, les concentrations sont exprimées en mg/l.

Dosage de l'ammoniaque (48 analyses)

Les filtrats obtenus sont conditionnés dans des tubes en verre de 30 ml clairement identifiés (un tube par filtrat pour analyse immédiate et un autre conservé en cas de problème). Dans chaque tube, 100 µl de chloroforme sont ajoutés sur place pour 10 ml d'eau prélevée.

Les tubes sont ramenés dans des glacières à la station où la moitié des échantillons est analysée immédiatement et l'autre congelée pour sécurité. Le dosage de l'ammoniaque est effectué selon la méthode décrite par TREGUER et LE CORRE (1974) (basée sur la méthode de KOROLEFF de 1969) à l'autoanalyseur II Technicon. Les résultats obtenus sont exprimés en mg N-NH₃+NH₄⁺ / l.

3.2. Résultats et discussion.

On évalue les rejets du lot 33 (poids moyen 130 g) comme : [MES] sortie - [MES] entrée = [MES] rejetées. De la même façon, les rejets ammoniacaux sont calculés par différence des concentrations en entrée et en sortie du bassin.

Les résultats des analyses sont reportés en annexe 2.3. Les variations des rejets solides et ammoniacaux sont représentés sur le graphique ci-après.

3.2.1. L'excrétion ammoniacale.

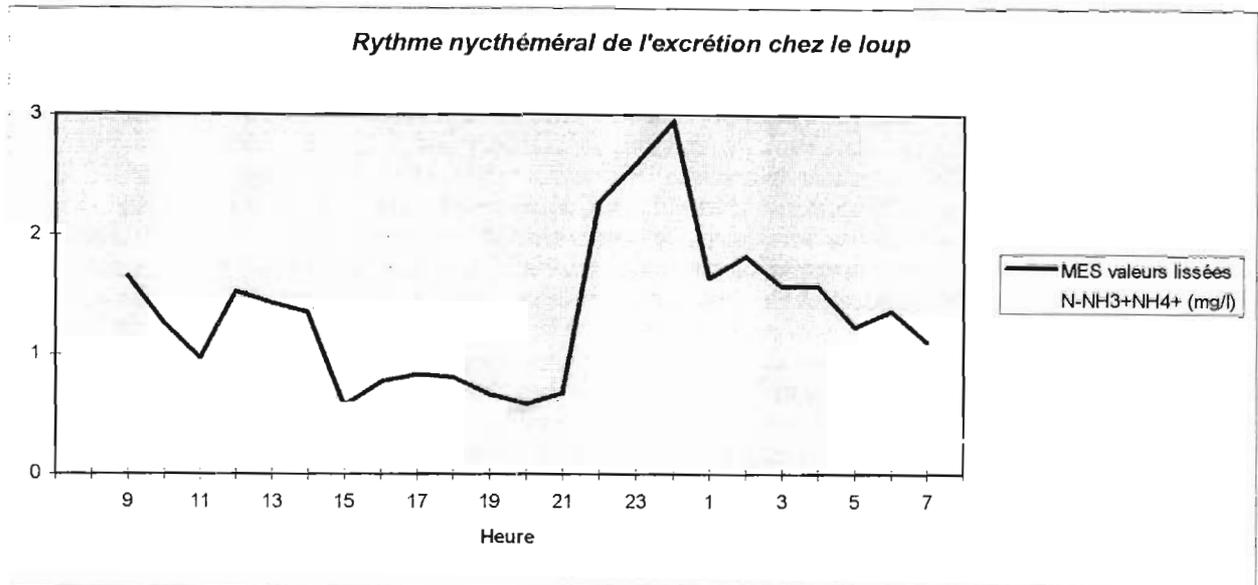
Les rejets d'ammoniaque augmentent sensiblement de 8 à 12 h puis décroissent régulièrement jusqu'à l'aube suivante. L'excrétion ammoniacale maximale se situe entre 12 et 18 h. Le pic de l'excrétion ammoniacale succède rapidement au remplissage des self-feeders (vers 9 h du matin), 9-10 h avant le pic des MES.

3.2.2. L'excrétion solide.

Les MES sont lissées par 3 valeurs afin d'atténuer les pics atypiques obtenus pour mieux cerner les tendances nyctémérales de l'excrétion solide. Les valeurs résiduelles enregistrées peuvent s'expliquer par la présence de macroalgues sur les filtres.

Malgré cela, la courbe des MES est très dentelée. Il est possible toutefois de distinguer :

- un pic de 11 à 14 h (①),
- un pic très prononcé de 21 à 2 h (②),
- une diminution progressive du taux de MES entre 2 et 8 h.



Sachant que les distributeurs sont remplis à 9 h, les tendances perçues prennent tout leur sens. Il semblerait tout d'abord que le pic ① puisse être dû aux granulés non ingérés ou à une excrétion de fèces. ZAGLANICZNY (1994) a observé, chez le loup, une émission de fèces concomitante avec la première prise alimentaire de la journée. Ceci d'autant plus que ce pic est de courte durée et de faible amplitude comparé au pic ② qui serait, lui, le fruit de l'excrétion solide de la digestion du jour.

Les coefficients de variation des séries de mesures font apparaître que :

- la teneur en MES de l'eau d'entrée est peu sujette à variation (CV de 14,4 %);
- la teneur en ammoniacque de l'eau de source est très variable au cours de la journée (66,4 %);
- les rejets, tant en terme de MES qu'ammoniacque fluctuent beaucoup (CV de 77,1 et 38,4 % respectivement).

3.2.3. Impact des résultats sur le déroulement du suivi.

Les rythmes nycthéraux de l'excrétion par ce suivi ont été nettement traduits. En conséquence, il s'agira de pooler le plus possible les prélèvements pour avoir, sur la journée, un résultat représentatif. D'autre part, la qualité de l'eau en entrée de l'exploitation n'étant constante, celle-ci fera l'objet d'échantillonnages poolés et non d'un prélèvement ponctuel sur 24 h.

Par ailleurs, il aurait été intéressant de suivre en parallèle la distribution de l'aliment par les self-feeders tout au long de la journée de suivi.

4. Composition corporelle du loup.

4.1. Matériel et méthodes.

Un échantillon représentatif des poissons de chacun des lots (39, 36, 33 et 23 ainsi qu'un lot d'alevins) est broyé, lyophilisé puis analysé (Cf. tableaux 13 et 15 p.65-66). Les teneurs en azote, phosphore et carbone sont exprimées en fonction du poids sec (déterminé lui-même par analyse, le traitement préalable du poisson ne correspondant pas à un produit totalement sec) et rapportées au poids moyen.

La description des prélèvements et des analyses figure dans le chapitre Bilans de masse à la page 37.

4.2. Résultats (annexe 3.) et discussion.

Les résultats des analyses réalisées sont reportés dans le tableau ci-après :

Lot	Poids moyen (g)	Matière sèche %	Matière minérale (g/kg MS)	N-total		P-total		C total*	
				(g/kg MS)	(g/kg PV)	(g/kg MS)	(g/kg PV)	(g/kg MS)	(g/kg PV)
Ale 08.06	1,5	43,42	16,93	41,32	17,94	28,48	12,37	180,99	78,59
39 29.04	22	33,56	11,33	32,87	11,03	18,79	6,31	152,01	51,02
39 01.06	27	34,70	10,81	33,98	11,79	18,79	6,52	160,22	55,60
36 01.06	51	34,66	10,54	33,65	11,66	18,13	6,28	161,40	55,93
36 01.07	64	35,42	9,75	35,10	12,43	17,96	6,36	157,81	55,89
33 29.04	132	40,58	8,74	38,87	15,78	15,66	6,36	178,28	72,35
33 01.06	165	37,84	8,91	37,19	14,07	15,16	5,74	179,90	68,07
23 08.06	340	40,26	7,78	39,67	15,97	14,11	5,68	191,07	76,92
23 01.07	385	38,10	10,39	37,79	14,40	18,15	6,92	171,37	65,3
moyenne		37,6	10,6	36,7	13,9	18,4	6,9	170,3	64,4
écart-type		3,1	2,5	2,8	2,2	3,9	1,9	12,4	9,6
CV		8,3 %	23,5 %	7,6 %	16 %	21,4 %	28 %	7,3 %	15 %

MS = matière sèche, PV = poids vif
C* = moyenne entre C-minéral et C-total

Tableau 12. Evolution des compositions corporelles des loups suivis au cours de la croissance.

Les tendances suivantes semblent se dégager :

- les alevins (1,5 g) ont des teneurs en matière sèche élevées par rapport aux jeunes individus (de 22 à 64 g). Le taux de MS augmente pour les poissons de 22 à 132 g puis semble stagner autour de 39 % pour des individus plus âgés;
- les concentrations en matière minérale diminuent significativement avec l'âge puisqu'elles varient de 16,93 g/kg MS pour les alevins de 1,5 g à 7,78 g/kg pour le lot 23. L'analyse du lot 23 au 01.07 donne un résultat surprenant;
- pour l'azote également, ce sont les alevins de 1,5 g qui détiennent les taux les plus élevés. Ces taux chutent de 25 % jusqu'à 22 g puis augmentent ensuite avec l'âge;
- les concentrations en phosphore total, quant à elles, décroissent lorsque le loup vieillit, là encore la valeur du lot 23 au 01.07 est étonnante.

Les résultats des analyses sur le carbone sont très hétérogènes (comprises entre 152 et 181 g/kg MS) et aucune tendance en fonction de l'âge ne semble se dessiner. En effet, pour un même lot il n'y a guère de ressemblance entre la concentration initiale et la concentration finale.

Les concentrations en N et P de salmonidés déterminées par HAKANSON et al. (1988) (cf. p.25) sont respectivement de 29,6 et 4,5 g/kg. La teneur moyenne en N des carcasses de loups analysées dans le cadre de notre étude est de moitié inférieure à celle des salmonidés puisque de 13,9 g/kg de poisson vif. Au contraire, le phosphore serait un élément constitutif plus important chez le loup que chez les salmonidés à raison de 6,9 g/kg pour les premiers contre 4,5 g/kg pour les derniers.

Il est important de noter ici que les teneurs en carbone sont 5 fois plus élevées que celles d'azote et presque 10 fois plus que celles de phosphore.

Enfin, les teneurs des différents éléments (N, P ou C) ne seraient donc pas constantes en fonction de l'âge du loup.

5. Développement algal phytoplanctonique.

5.1. Matériel et méthodes.

Les teneurs en chlorophylle A et phéopigments sont déterminées en entrée et en sortie de la pisciculture.

Prélèvement :

- le jour de prélèvement est choisi de manière à ce que la mise en évidence des algues soit la plus facile possible : photopériode maximale (mois de mai), bonnes conditions climatiques...
- 4 prélèvements de 400 ml chacun dans des bouteilles plastiques en entrée et 4 autres en sortie de la pisciculture 1 h plus tard,
- ajout de bicarbonate de magnésium,
- filtration sur place à 200 puis 1,2 µm,
- rangement des filtres GFC dans des boîtes de pétri.

Conservation et transport :

transport en glacière puis congélation des filtres dès retour à la station.

Analyse:

méthode de LORENZEN modifiée basée sur la mesure de l'absorbance pigmentaire.

5.2. Résultats et discussion.

La teneur en chlorophylle A de l'eau d'entrée est de 0,35 mg/m³ contre 0,47 en sortie de la pisciculture. Ces valeurs sont relativement faibles puisque comparables aux teneurs enregistrées en pleine mer l'hiver. La production de chlorophylle A propre à la pisciculture est de 0,12 mg/ m³. A partir de la relation de BOUGIS (1974) :

$$C (\mu\text{g/l}) = 59,5 (\pm 7,3) \text{ Chl a } (\mu\text{g/l}) + 77,0 (\pm 15,6)$$

le carbone particulaire du phytoplancton produit par les bassins s'élèverait à 7,2 µg/l (± 8,1). Cette production pourra être retranchée aux rejets calculés pour l'exploitation.

Les rapports C/N mentionnés dans la littérature pour des microalgues sont de l'ordre de 8,5. En considérant que les microalgues des bassins ont un rapport de même type (le phytoplancton n'étant pas clairement identifié) à partir de leur teneur en carbone la production d'azote particulaire microalgal est de :

$$N (\mu\text{g/l}) = 0,9 \mu\text{g/l} (\pm 5,2).$$

Ces niveaux de production, en carbone et azote, propres à la pisciculture sont insignifiants au regard des rejets issus de l'élevage. Nous considérerons donc pour la suite de l'étude que la production phytoplanctonique est négligeable sur la pisciculture et qu'elle ne biaise pas les résultats.

Chapitre 5. Protocole adopté.

Les bilans de masse et les ratios de rejets sont construits grâce au suivi de lots de poids moyens déterminés. Le suivi global d'Extramer aura pour finalité de valider les équations déterminées par poids moyen.

1. Suivi des lots de poids moyens déterminés.

Objectif Etablir un bilan complet azoté, phosphoré et carboné pour chaque lot de poids moyen connu.

1.1. Matériel biologique.

Les lots suivis sont constitués de loups, *Dicentrarchus Labrax*, élevés dans les conditions spécifiques à l'exploitation (p.37) : température de 17°C, salinité de 5 pour mille, alimentation à la demande...

La gamme de poids moyen retenue est la suivante :

- lot 39 (22 à 27 g),
- lot 36 (51 à 64 g),
- lot 33 (132-165 g),
- lot 23 (340-385 g).

Chacun de ces lots fut suivi pendant 1 mois.

Particularités

Dans tous ces lots aucun loup ne fut vendu pendant la période de suivi, parmi les flux de sortie il n'y a donc pas de production mais simplement une variation de stock.

1.2. Conditions d'expérimentation :

- les lots sont en 1ère eau et acclimatés (système de récolte installé depuis une semaine);
- ils ne subissent pas de manipulations (ventes, pesées...) ni aucun traitement chimique (soins) lors du suivi.

1.3. Dispositif expérimental.

Cf. schéma 12 p.53.

L'eau d'entrée est la même pour tous les bassins et se trouve donc prélevée dans le chenal d'arrivée d'eau. A la sortie de chaque bassin, les systèmes mis en place (déflecteurs) permettent de prélever des échantillons représentatifs d'eau de sortie des bassins.

1.4. Suivi de l'alimentation.

L'aliment utilisé pendant toute la durée d'observation d'un lot (1 mois) fut stocké au départ. Ceci de manière à ce que :

- les lots soient nourris avec le même aliment durant le mois de suivi,

- la détermination de la composition de cet aliment ne soit réalisée qu'une seule fois, au début du suivi.

Bien sûr, en cas de changement d'alimentation en cours de suivi (passage à une granulométrie supérieure par exemple), un autre échantillonnage a été réalisé. Ce fut le cas des lots 23 et 33 pour lesquels il nous a fallu faire 2 prélèvements.

Les quantités d'aliment réellement distribuées ont été collectées à partir des enregistrements quotidiens de l'éleveur.

1.4.1. Prélèvement.

Les prélèvements de granulés ont donc été réalisés début mai pour les lots 39 et 33 et début juin pour les lots 36 et 23.

Le prélèvement (d'environ 200 g) d'un aliment donné a été réalisé comme suit :

- à l'aide d'une carotte de prélèvement, prise d'échantillons de 50 g dans différents sacs ;
- l'ensemble des échantillons est homogénéisé;
- les palettes échantillonnées sont marquées afin que l'éleveur les distingue et n'utilise que le granulé analysé.

1.4.2. Conservation.

- l'aliment est broyé au moulin à café;
- le broyat est réparti dans des piluliers en polypropylène pour analyses chimiques (tableaux 13 et 15 65-66).

Ces 3 piluliers sont répartis de la manière suivante :

- 1 pour dosage de l'azote total et du carbone total;
- 1 pour dosage du phosphore total;
- 1 pour la détermination des matières organique et minérale, ce flacon a été conservé en cas de problème.

Ces piluliers sont gardés au réfrigérateur.

1.4.3. Analyses chimiques.

Les analyses chimiques réalisées sur chacun des échantillons de granulés broyés sont :

- détermination des poids secs par dessiccation à l'étuve à 104 °C pendant 20 h puis passage au dessiccateur 15 min. puis pesée au 1/10^e de mg;
- détermination des teneurs en matière minérale au four à moufle. Environ 2 g d'aliment broyé sont calcinés (montée en température par palier) à 525°C pendant 6 h puis mis à l'étuve 15 min. avant pesée. Par différence entre le résidu sec et le résidu calciné, on obtient la quantité de matière organique;
- dosage de l'azote total et du carbone total à l'analyseur CHN de la station IFREMER de Créma-L'Hommeau;
- dosage du phosphore total selon la norme AFNOR NF V 04-406 (1992) qui concerne le dosage de P-total sur les viandes par un laboratoire privé.

1.5. *Suivi des rejets.*

1.5.1. Prélèvement de l'eau (cf. schéma page suivante).

Une fois par semaine, les rejets sont mesurés pour chaque lot. La méthode du pool est adoptée sur des périodes de 24 h. L'ensemble des analyses est détaillé dans les tableaux 13 et 14 p.65-66. Les concentrations en azote, phosphore et carbone déterminées le jour du prélèvement sont appliquées à la semaine entière concernée. Ces prélèvements sont effectués avec des gants à usage unique et des outils propres.

Pour l'entrée de la pisciculture :

- le prélèvement s'effectue de façon gravitaire, en continu, pendant 24 h (de 7 h 45 du matin le mardi à 7 h 45 le mercredi);
- toutes les 2h24 min. (10 erlenmeyers/24h), l'erlenmeyer de 5 l est remplacé; l'eau prélevée est répartie de la façon indiquée sur le schéma page suivante.

En fin de compte, au bout de 24 h, on obtient :

- 3 filtres GFC Whatman destinés au dosage des MES;
- 2 filtres GFC Whatman destinés aux dosages de N et C sur la particulaire;
- 1 flacon d'eau brute à congeler par sécurité;
- 2 flacons en verre de 125 ml contenant de l'eau filtrée à 1,2 µm pour les dosages de carbone sur le dissous. Ces flacons contiennent du bichlorure de mercure comme conservateur à raison de 400 mg / l.
- 4 flacons de 500 ml en verre contenant 10 ml d'acide sulfurique (acidification pour conservation) et 200 ml d'eau (filtrée ou brute selon le flacon) pour le dosage de l'azote Kjeldahl;
- 4 flacons de 125 ml en verre contenant 10 ml d'acide sulfurique et 100 ml d'eau (filtrée ou brute selon le flacon) pour dosage du phosphore total;
- 9 tubes à essai de 30 ml en verre pour dosages de l'ammoniaque), des nitrites, des nitrates sur l'eau filtrée à 1,2 µm chloroformée à 10 mg/l.
- 3 tubes à essai de 30 ml en verre pour dosage des phosphates sur l'eau filtrée. Ces tubes sont congelés dès arrivée à la station.

En entrée des bassins, le débit est enregistré en début de suivi et après en cas de modification. La hauteur d'eau et le nombre d'ajutages ouverts sont enregistrés.

Pour la sortie des bassins :

L'eau, à la sortie des systèmes de remise en suspension des MES, est prélevée par une pompe péristaltique. Les prélèvements en sortie de bassin débutent ½ h après ceux effectués en entrée de la pisciculture (à 8 h 15). L'eau de chaque prélèvement est répartie comme indiquée sur le schéma ci-après. Autant d'échantillons à analyser sont obtenus qu'en entrée de la pisciculture (en fin de journée) pour caractériser l'eau à la sortie de chaque lot.

1.5.2. Conservation des échantillons.

- les 5 filtres sont rangés dans des boîtes de pétri (3 servent à la détermination des MES, les 2 autres sont envoyés pour analyse des teneurs en N et C);
- transport des flacons dans des glacières;
- de retour à la station, une partie des échantillons est congelée (cf. schéma ci-dessus) par sécurité, l'autre est analysée immédiatement.

1.5.3. Analyses chimiques sur l'eau prélevée (cf. tableaux 13 et 14 p.65-66).

Toutes les analyses qui suivent sont toutes réalisées en triplicata ou en duplicata lorsque cela est spécifié.

Les **filtres** permettent de préciser :

- les MES (méthode par filtration à vide sur fibres de verre) NF T 90-105

Après séchage et refroidissement en dessiccateur, par pesée différentielle, des filtres avant et après filtration, on obtient la quantité de matières retenues à rapporter au volume filtré.

- les matières organiques et minérales (RODIER, 1984)

Les filtres ayant servi à la détermination des MES sont calcinés à 525°C pendant 3 h, refroidis au dessiccateur et pesés (fraction minérale). Par différence entre le résidu sec et le résidu calciné, on évalue la fraction organique.

- l'azote et le carbone particulaire

L'azote et le carbone particulaire sont dosés à l'analyseur CHN. La distinction entre les fractions minérales et organiques sera faite.

Sur les échantillons **filtrés à 1,2 µm**, on dose :

- l'azote

Azote ammoniacal (N-NH₃+NH₄⁺ en mg/l)

Le dosage de N-NH₃+NH₄⁺ se fera à l'autoanalyseur II Technicon selon la méthode décrite par TREGUER et LE CORRE (1974). Il s'agit de doser par colorimétrie le bleu d'indophénol formé selon les réactions décrites par KOROLEFF (1965).

Nitrites (N-NO₂⁻ en mg/l)

La teneur en nitrites est déterminée par colorimétrie après réactions avec la sulfanilamide et la N-1 naphthyléthylènediamine. Le dosage de N-NO₂⁻, à l'autoanalyseur II Technicon selon la méthode décrite par TREGUER et LE CORRE (1974), elle-même adaptée de la méthode de BENDSCHNEIDER et ROBINSON (1952).

Nitrates (N-NO₃⁻ en mg/l)

Après passage sur une colonne de cadmium-cuivre, on dose les nitrites à l'autoanalyseur II Technicon selon la méthode décrite par TREGUER et LE CORRE (cf. ci-dessus). Par différence avec la concentration en nitrites, on calcule la concentration en nitrates N-NO₃⁻ (mg / l).

Azote Kjeldahl (NTK) (duplicata)

La norme AFNOR NF T 90-110 est suivie pour le dosage de l'azote KJELDAHL. Cette méthode consiste en un dosage spectrophotométrique après minéralisation. Le NTK regroupe l'azote présent sous forme organique et celui sous forme ammoniacal.

- le phosphore

Orthophosphates (P-PO₄³⁻-en mg/l)

Les orthophosphates (dosage à l'analyseur II Technicon) combinés au molybdate d'ammonium forment, en milieu acide, un complexe phosphomolybdique, qui, réduit, donne une coloration bleue dosée par colorimétrie comme le signifie la méthode décrite par TREGUER et LE CORRE (1974) (adaptation de la méthode de STRICKLAND et PARSONS (1968)).

Phosphore total (duplicata)

Le phosphore total est évalué après minéralisation au persulfate à l'autoclave (norme AFNOR NF T 90-023).

- le carbone (minéral et organique)(*duplicata*):

Par oxydation catalytique à 950°C, les *éléments carbonés* donnent de l'anhydride carbonique qui est dosé dans un analyseur COT à infrarouge.

Sur les échantillons d'**eau brute**, on dose *le phosphore total* et *l'azote Kjeldahl* de la même façon que sur l'eau filtrée à 1,2 µm.

1.6. *Suivi de la biomasse.*

Le poids moyen et l'effectif de chaque lot n'ont pas été directement évalués mais, une fois de plus, nous nous sommes appuyés sur les données de l'éleveur.

Par contre, la composition corporelle des poissons de chaque lot a été déterminée en début et en fin d'expérimentation :

- pêche de 2 Kg de poissons proches du poids moyen du lot;
- transport des poissons en glacière jusqu'à la station dans des sacs plastiques;
- broyage grossier à l'aide d'un broyeur Hobart puis broyage plus fin au Pacojet;
- lyophilisation;
- répartition dans 3 flacons du lyophilisat obtenu pour un lot de poissons de la même façon que pour l'aliment broyé.

Les analyses chimiques sont exactement les mêmes que pour l'aliment p.60.

Aliment et poisson	Eau		
	Dissous	Particulaire	Brut
Poids humide Poids sec		MES	
Matière organique matière minérale	Matière organique matière minérale	Matière organique matière minérale	Matière organique matière minérale
<u>Azote</u>	<u>Azote</u> <i>minéral</i> N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ N-NO ₂ ⁻ N-NO ₃ ⁻ <i>Kjeldahl</i> N-Kjeldahl	<u>Azote</u>	<u>Azote</u>
<i>total</i> N-total		<i>total</i> N-total	<i>Kjeldahl</i> N-Kjeldahl
<u>Phosphore</u>	<u>Phosphore</u> <i>minéral</i> P-PO ₄ ³⁻		<u>Phosphore</u>
<i>total</i> P-total	<i>total</i> P-total		<i>total</i> P-total
<u>Carbone</u>	<u>Carbone</u> <i>minéral</i> C-minéral	<u>Carbone</u> <i>organique</i> C-organique	
<i>total</i> C-total	<i>total</i> C-total	<i>total</i> C-total	
	<u>Pour contrôle :</u> Chlorophylle A et phéopigments		

Tableau 13. Récapitulatif des dosages chimiques envisagés sur l'eau, l'aliment et le poisson.

MATERIEL ET METHODES

		<i>Minéral</i>	<i>Organique</i>	<i>Total</i>
<i>Azote</i>	<i>Dissous</i>	NH ₃ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ IFREMER Palavas	Par différence NTK - N- NH ₃	N-Kjeldahl Fac de Pharmacie Montpellier
	<i>Particulaire</i>	Par différence	CHN IFREMER Créma L'Houmeau	CHN IFREMER Créma L'Houmeau
	<i>Brut</i>	Par somme**	Par somme	N-Kjeldahl Fac de Pharmacie Montpellier
<i>Phosphore</i>	<i>Dissous</i>	PO ₄ ³⁻ IFREMER Palavas	Par différence	P-total Fac de pharmacie Montpellier
	<i>Particulaire</i>	inconnu	inconnu	Par différence
	<i>Brut</i>	inconnu	inconnu	P-total Fac de Pharmacie Montpellier
<i>Carbone</i>	<i>Dissous</i>	COT IFREMER Palavas	Par différence	COT IFREMER Palavas
	<i>Particulaire</i>	Par différence	CHN IFREMER Créma L'Houmeau	CHN IFREMER Créma L'Houmeau
	<i>Brut</i>	Par somme**	Par somme**	Par somme

** valeurs peu précises

Tableau 14. *Ventilation des analyses chimiques envisagées sur l'eau (distinction parts minérale, organique et totale et formes dissoute, particulaire ou brute).*

	<i>Total</i>
<i>Azote</i>	CHN IFREMER Créma L'Houmeau
<i>Phosphore</i>	Laboratoire privé
<i>Carbone</i>	CHN IFREMER Créma L'Houmeau

Tableau 15. *Ventilation des analyses chimiques envisagées sur l'aliment et le poisson.*

1.7. Suivi des paramètres physiques.

Sur chaque lot, les mesures :

- température avec un thermomètre de précision,
- pH avec un pH-mètre Ponselle,
- oxygène dissous avec un oxymètre Ponselle,

Une mesure par lot et par journée d'échantillonnage est prévue. Le but du contrôle de ces différents paramètres (hormis le débit) est de vérifier que les conditions d'élevage sont correctes.

2. Suivi global de l'exploitation.

Objectif vérifier le modèle établi en fonction des poids moyens à l'échelle de la ferme.

2.1. Matériel biologique.

L'ensemble des lots de loups présents sur l'exploitation est suivi. Les poissons sont ceux du cheptel, élevés dans les conditions précisées au chapitre 2. p.33.

2.2. Conditions d'expérimentation :

Elles sont les mêmes que dans le cadre des suivis par lot, c'est à dire que les journées d'évaluation des rejets, les manipulations sur les lots ont été de moindre importance tout comme la quantité de poissons à jeun (ou toute autre manipulation qui pourrait influencer sur les niveaux d'excrétion).

2.3. Dispositif expérimental.

L'eau d'entrée de la pisciculture est prélevée dans le chenal d'arrivée d'eau et l'eau de sortie au niveau du point seuil (schéma 9 p.50).

2.4. Suivi de l'alimentation.

Tout sac d'aliment est caractérisé par sa marque et sa granulométrie.

Les quantités d'aliment distribuées ont été suivies avec précision (quantité par jour et par type de granulé).

Sont effectués :

- 1 premier prélèvement début mai pour faire l'état des stocks,
- 1 prélèvement à chaque nouvelle livraison (toutes les 2 semaines),
- 1 dernier prélèvement fin juin pour estimer le stock final (à retrancher).

Il s'agit, pour chacun de ces prélèvements (6 au total), d'échantillonner l'aliment de façon à ce que la part du granulé de type X soit la même dans le prélèvement que par rapport au stock de granulé que l'on veut analyser.

Chaque stock dont la composition est définie a été identifié pour que l'éleveur puisse le distinguer.

Pour un stock donné, on prélève environ 300 g de granulés. Ce prélèvement est ensuite broyé pour analyses (cf. p32).

Les compositions de ces prélèvements permettent d'évaluer les quantités globales d'aliment distribuées en terme d'azote, de phosphore et de carbone (la composition sera appliquée à la quantité globale d'aliment).

2.5. Entrée d'alevins.

Courant juin un lot d'alevins est acheté; aussi les intrants, sous cette forme, sont quantifiés de la façon suivante :

- prélèvement de 100 g d'alevins;
- transport en sacs plastiques;
- broyage au Pacojet et lyophilisation;
- dosages de N-total, P-total et C-total (Cf. analyses de l'aliment p35).

La quantité d'alevins (en biomasse totale) multipliée par les concentrations déterminées traduit les entrées, sous forme de poissons, azotées, phosphorées et carbonées.

2.6. Suivi des rejets.

2.6.1. Prélèvement de l'eau.

Une fois par semaine, les rejets sont dosés à partir de prélèvements d'eau poolés sur 24 h en entrée et en sortie de la ferme. A la sortie de la pisciculture, l'eau est prélevée de façon manuelle toutes les heures. En entrée, l'eau est prélevée en continu de façon gravitaire. Bien entendu, le prélèvement en entrée d'Extramer est le même que celui pratiqué pour les lots.

Le prélèvement de l'eau en entrée de la pisciculture est détaillé p.61.

L'eau prélevée subit la même répartition que schématisée en p.62.

2.6.2. Conservation des échantillons et analyses chimiques.

Se référer à la page 33.

2.7. Suivi du cheptel (variation de stock, pêches et morts).

Les données de l'éleveur concernant les biomasses par lot sont soigneusement enregistrées. A partir de celles-ci, gains de biomasse, quantités de produits finis et mortalités sont relevées.

Variation de stock.

Comme dans le cadre de l'évaluation de la composition de l'aliment, on prélève un échantillon représentatif de la composition du cheptel (2 kg en tout), ceci en début et en fin des 2 mois de suivi.

En ce qui concerne la conservation et les analyses chimiques, se reporter à la page 38.

Produits finis ou pêches.

Les dosages réalisés sur les poissons du lot 23 (commercialisables) sont affectés aux biomasses réellement commercialisées.

Morts

Est affectée à la quantité globale de poissons morts la composition moyenne, (début + fin)/2, trouvée pour le cheptel.

2.8. Paramètres physiques.

A la sortie de l'exploitation, on vérifie que tous les paramètres d'élevage sont corrects (p.67).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans cette partie, nous allons successivement présenter :

- les performances zootechniques des lots et de la pisciculture durant le suivi,
- les bilans de matière sèche et matière minérale ainsi que les rejets sous ces deux formes,
- les bilans azotés, phosphorés et carbonés avec les rejets d'azote, phosphore et carbone.

Ces derniers bilans et rejets seront présentés de la façon suivante par élément (N, P ou C) :

- présentation des bilans pour les 4 lots suivis,
- ventilation des extrants (distinction entre la part de l'élément considéré retenue par le poisson et la fraction excrétée),
- expression des rejets en fonction de la biomasse ou de la quantité d'aliment distribuée et recherche de relations liant ces rejets au poids moyen,
- présentation des bilans pour la pisciculture,
- vérification adéquation entre les ratios déterminés sur les lots et les rejets réellement mesurés sur la pisciculture.

Chapitre 1. Performances zootechniques.

Il s'agit ici de vérifier que les croissances, indices de conversion et autre indice du fonctionnement de l'élevage sont corrects.

1. Croissance et mortalité.

Les mortalités sont faibles sur les lots et sur la pisciculture :

lot 39	0,53 %
lot 36	0,13 %
lot 33	0,3 %
lot 23	0,57 %
pisciculture	0,41 %

Les lots 39 et 23 sont des queues de lots, ce qui peut expliquer les mortalités plus fortes. Ces mortalités ne sont pas alarmantes.

Deux des lots suivis ont été atteints de vibriose pendant le mois de mai. Il s'agit des lots 39 et 33. Les traitements prophylactiques ont eu lieu pendant la 3e semaine du mois pour le lot 33 et la 4e pour le lot 39. Les campagnes de mesures correspondant à ces semaines, journées f et g respectivement, ne sont pas prises en compte dans l'élaboration des bilans et toute quantification des rejets. En effet, les dosages réalisés ces journées-là sembleraient biaisés.

Les croissances observées sont bonnes car elles se calquent parfaitement sur les modèles de croissance du loup à 18 °C :

Lot	Poids début suivi (g)	Poids fin suivi (g)	Poids calculé avec modèle (g)	Ecart
Lot 39	22	27	29	- 6,9 %
Lot 36	51	64	63	1,6 %
Lot 33	100	121	118	2,5 %
Lot 23	340	385	378	1,8 %

Tableau 16. Comparaison des croissances réelles avec celles prédites par le modèle (TANGUY-LECLERCQ, 1988).

Les croissances des lots 36, 33 et 23 sont très légèrement supérieures à celles estimées à partir du modèle sur le loup à 18 °C. Par contre, la croissance du lot 39 est inférieure à celle attendue. La pathologie (vibriose) qu'ils ont subie explique ce résultat.

2. Comportement alimentaire.

Les indices de conversion alimentaire sont de

lot 39	1,75
lot 36	1,48
lot 33	1,5
lot 23	1,37.

Ces indices sont corrects excepté celui du lot 39. Ici encore ce résultat s'explique par la vibriose et le fait que ce lot soit une queue de lot.

D'après notre suivi des entrées d'aliment et nos états des stocks, ce sont 55,6 T d'aliment qui auraient été consommées durant la période d'observation. Lorsque l'on tient compte des données de l'éleveur (annexe 1.3.) ce seraient 50,5 T d'aliment qui auraient été distribuées, soit 9 % de moins. Nos propres données (états des stocks et livraisons) seront utilisées pour l'établissement des bilans de la ferme mais pour les lots ce seront celles de l'éleveur.

3. Qualité de l'eau d'élevage.

Les paramètres suivis étaient tous corrects lors des campagnes de prélèvements, les poissons n'ont donc subi aucun stress lié à ceux-ci.

Les températures moyennes durant les 2 mois sont de 18,3 °C en entrée (CV de 2,8 %) et en sortie (CV de 2,6 %). Il n'y pas de différence entre l'entrée et la sortie parce que les mesures ont été effectuées très tôt le matin (pas de réchauffement dû au soleil). Les coefficients de variation très faibles traduisent la constance de la température.

Il en va de même pour les mesures de pH :

7,3 (CV de 2,1 %) en entrée

7,2 (CV de 1,7 %) en sortie.

La salinité de l'eau de source est extrêmement constante elle aussi. La densité moyenne relevée est de 1,003 ce qui correspond à une salinité de 4,9 g/l pour une température de 18,3 °C (cf. nomogramme en annexe 1.4.).

Les mesures d'oxygène étaient également correctes.

Chapitre 2. Bilans de masse de matière sèche et matière minérale.

1. Matière sèche.

Les bilans de matière sèche figurent aux pages suivantes. Seuls les rejets solides apparaissent dans les rejets des tableaux parce que les dessiccations d'eau brute et filtrée ont conduit à des résultats inexploitable (annexes 5.2.2. et 5.2.3.). La méthode d'analyse utilisée pour la détermination de la matière sèche sur l'eau n'était, semble-t-il, pas appropriée. En fait, la tare, un godet de plus de 300 g (qui contenait le ½ litre d'eau à évaporer) était trop lourde pour que la pesée soit assez précise avec les balances disponibles. Les résultats des dosages sur le poisson figurent en annexe 3.3. et ceux sur l'aliment en annexe 4.2.

Aucun des bilans de masse établis en terme de matière sèche n'est équilibré. Ces déséquilibres peuvent s'expliquer de différentes manières :

- les produits métaboliques ne sont pas tous excrétés sous forme solide. Une partie du phosphore ingéré est, par exemple, rejeté sous forme de phosphates qui ne seront pas comptabilisés en terme de matière sèche;

- les matières solides excrétées sont plus ou moins dissoutes par des phénomènes chimiques et physiques. Dans cet ordre d'idée, le bullage mis en oeuvre à la sortie des déflecteurs a peut être contribué à la lyse des fèces. D'autre part, plus l'intervalle de temps entre l'émission des fèces et leur prélèvement est grand, plus cette lyse sera importante;

- une fraction importante (40 % d'après les travaux de ZAGLANICZNY, 1994) des fèces émises par les poissons est caractérisée par une granulométrie très faible (1,2-20 µm) ceci en sortie immédiate de bassins d'expérimentation. Il est fort probable qu'une proportion élevée de fèces ait une granulométrie inférieure à 1,2 µm au sortir des bassins, fèces que n'auront donc pas collecté sur les membranes filtrantes GFC de diamètre de pores de 1,2 µm;

- la barrière fixée par la norme AFNOR de 1,2 µm entre le particulaire et le dissous est discutable dans la mesure où des normes étrangères fixent cette barrière à 0,45 µm ce qui modifierait certainement les données;

- la détermination des débits quotidiens pourrait être une source d'imprécision, la mesure étant réalisée au cm près.

Qu'il s'agisse des lots ou de la pisciculture, le ratio extrants/intrants est d'environ 40 %. La répartition des extrants est la suivante :

	Pêches	Morts	Variation stock	Rejets	Total
lot 39	0 %	0,5 %	25,1 %	13,7 %	39,3 %
lot 36	0 %	0,1 %	28,8 %	18,3 %	47,2 %
lot 33	0 %	0,8 %	24,4 %	13,6 %	38,7 %
lot 23	0 %	1,4 %	16,7 %	17,9 %	36,1 %
Pisciculture	10,9 %	1 %	14,4 %	10,4 %	36,6 %

Tableau 17. Ventilation des extrants des bilans de matière sèche (exprimés en pourcentage des intrants).

Entité	Intrants		Extrants				Rejets Jours (n)	MS (g MS/j)
	Aliment Quantités (kg)	MS (g MS/kg MB)	Morts Quantités (kg)	MS (g MS/kg MB)	Variation stock Quantités (kg)	MS (g MS/kg)		
Lot 39 Pm = 24,5 g	645	907,4	9	341,3	Stock initial Stock final	335,6 347	31	2,6
	585,3	kg MS	3,1	kg MS		146,8 kg MS	80,3	kg MS
	Intrants =	585,3 kg MS	Extrants =	230,2 kg MS	Extrants / intrants = 39,3 %			
Lot 36 Pm = 57,5 g	1200	904,1	4	350,4	Stock initial Stock final	346,6 354,2	30	6,62
	1 084,9	kg MS	1,4	kg MS		312 kg MS	198,6	kg MS
	Intrants =	1 084,9 kg MS	Extrants =	512 kg MS	Extrants / intrants = 47,2 %			
Lot 33 Pm = 148,5 g	3250	907,8	58	392,1	Stock initial Stock final	405,8 378,4	31	12,9
	2 950,4	kg MS	22,7	kg MS		720,1 kg MS	399,9	kg MS
	Intrants =	2 950,4 kg MS	Extrants =	1 142,7 kg MS	Extrants / intrants = 38,7 %			
Lot 23 Pm = 362,5 g	1285	916,5	43	391,8	Stock initial Stock final	402,6 381	30	7,04
	1 177,7	kg MS	16,8	kg MS		197 kg MS	211,2	kg MS
	Intrants =	1 177,7 kg MS	Extrants =	425 kg MS	Extrants / intrants = 36,1 %			

Tableau 18. Bilans de masse de la matière sèche pour chaque lot suivi.

Intrants		Extrants									
Aliment Quantités (kg)	MS g MS/kg MB	Poisson Quantités (kg)	MS g MS/kg MB	Pêches Quantités (kg)	MS g MS/kg MB	Morts Quantités (kg)	MS g MS/kg MB	Variation stock Quantités (kg)	MS g MS/kg MB	Rejets Jours (n)	MS (kg MS/j)
Stock initial	23087,5	225	434,2	14097	391,8	1254	388,5	119036	389,5	61	86,51
liv. n°1	+ 17100		(alevins)		(lot 23)			138603	387,4		
liv. n°2	+ 7625										
liv. n°3	+ 17900										
Stock final	- 10075										
	50 761,1 kg MS	97,7 kg MS		5 523,2 kg MS		487,2 kg MS		7 330,3 kg MS		5 277,1 kg MS	
Intrants = 50 859 kg MS		Extrants = 18 618 kg MS									
Extrants / intrants = 36,6 %											

Tableau 19. Bilan de masse de la matière sèche sur la pisciculture.

La fraction de matière sèche retenue par le poisson représenterait 16,7 à 28,8 % de la matière sèche ingérée. Seulement 10,4 à 17,9 % de l'aliment distribué ont été retrouvés à la sortie des bassins (rejets solides) ou de l'exploitation contre 70-80 % attendus. En fait, les filtres de MES, de visu, contenaient souvent des morceaux d'algues qui faussaient alors la mesure. Le peu de rejets solides mesurés ne correspondent donc pas uniquement à l'excrétion des poissons.

A l'échelle de la pisciculture, les rejets représentent une part moindre des extrants comparée aux rejets des lots. Ceci peut s'expliquer par :

- des zones caractérisées par un hydrodynamisme très faible comme les espaces inoccupés dans les bassins (sédimentation des fèces entre la sortie d'un lot et le chenal de sortie par exemple),
- la méthode de prélèvement ponctuel (en sortie de pisciculture) à la fréquence d'un par heure est sans doute moins précise que le prélèvement au sortir des bassins (3 fois une minute de pompage par heure).

Au cours des premières campagnes de prélèvements, nous avons observé, à la sortie des déflecteurs, la mise en place d'un filtre algal (amas de macroalgues) au niveau de la tubulure de prélèvement. Cet amas jouait véritablement le rôle d'un filtre, pour y remédier nous avons dû employer un balai.

Parce que les bilans obtenus ne sont pas équilibrés et que nous ne sommes pas capables de justifier précisément la répartition des extrants, nous ne cherchons aucune relation liant rejets de matière sèche et poids moyen.

2. Bilan de masse de la matière minérale.

2.1. *Suivi des lots.*

Les bilans des lots 39, 36 et 33 sont équilibrés à 20 % près (page suivante) contrairement à celui du lot 23. Les rejets figurant dans ces tableaux sont les rejets particuliers uniquement car les rejets dissous de matières minérales n'ont pas pu être établis. En effet, le même problème de pesée que pour les matières sèches sur l'eau s'est posé mais de façon encore plus accentuée. De plus, lors de la calcination à 525°C, à côté des matières organiques, certaines substances inorganiques comme les carbonates, nitrates, chlorures et sels ammoniacaux peuvent être partiellement décomposés. Cette perte d'information, sans doute importante dans notre cas, explique les résultats (annexe 5.2.2. et 5.2.3.). En ce qui concerne les dosages sur le poisson et l'aliment, les données sont retranscrites en annexes 3.3. et 4.2.

Les extrants de ces bilans se répartissent :

Lot	Morts	Variation stock	Rejets	Total
39	0,9 %	40,8 %	58,3 %	100 %
36	0,1 %	26,4 %	73,4 %	100 %
33	1,1 %	39,9 %	59 %	100 %
23	1 %	62,9 %	36,1 %	100 %

Tableau 20. Ventilation des extrants des bilans de matière minérale exprimés en pourcentage des extrants globaux.

Entité	Intrants		Extrants		Variation stock		Rejets	
	Aliment Quantités (kg)	Mmin (g Mmin/kg MB)	Morts Quantités (kg)	Mmin (g Mmin/kg MB)	Quantités (kg)	Mmin (g Mmin/kg)	Jours n	Mmin g Mmin/j
Lot 39 Pm = 24,5 g	645	64,4	9	37,8	Stock initial 1672	38	31	0,6
	41,5	kg Mmin	0,3	kg Mmin	Stock final 2040	37,5	18,6	kg Mmin
	Intrants = 41,5 kg Mmin		Extrants = 31,9 kg Mmin					
Lot 36 Pm = 57,5 g	1200	74,4	4	35,5	Stock initial 3209	36,5	30	2
	89,3	kg Mmin	0,1	kg Mmin	Stock final 4021	34,5	60	kg Mmin
	Intrants = 89,3 kg Mmin		Extrants = 81,7 kg Mmin					
Lot 33 Pm = 148,5 g	3250	68,9	58	34,6	Stock initial 11118	35,5	31	3,4
	223,9	kg Mmin	2	kg Mmin	Stock final 13826	33,7	105,4	kg Mmin
	Intrants = 223,9 kg Mmin		Extrants = 178,6 kg Mmin					
Lot 23 Pm = 362,5 g	1285	66,2	43	35,5	Stock initial 7478	31,3	30	1,9
	85,1	kg Mmin	1,5	kg Mmin	Stock final 8419	39,6	57	kg Mmin
	Intrants = 85,1 kg Mmin		Extrants = 157,8 kg Mmin					
		Extrants / intrants = 76,9 %						
		Extrants / intrants = 79,8 %						
		Extrants / intrants = 185,4 %						

Tableau 21. Bilans de masse de la matière minérale pour chaque lot suivi.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

La part de la variation de stock sur l'ensemble des extrants du lot 23 est trop élevée au vu de la répartition des extrants des autres lots. La variation de la teneur en matière minérale des lours du lot 23 au cours du mois de suivi serait d'après les données brutes de 26,5 %, ce qui est conséquent. Dans l'hypothèse où cette teneur n'aurait pas subi de modification en 1 mois, on trouve un nouveau ratio extrants/intrants de 103,1 %. Le bilan pouvant être rééquilibré de cette façon, l'hypothèse émise est validée.

Comme les bilans de matière minérale sont en partie équilibrés, cela conforte l'idée que la principale source d'erreur au niveau de la matière sèche réside en la lyse des fèces et autres MES émises par les poissons; les débits, mis en cause, seraient donc suffisamment précis.

2.2. *Suivi de la pisciculture.*

Le bilan de masse de la matière minérale (page suivante) de la pisciculture est loin d'être équilibré. En effet, les extrants ne représentent (en masse) que 58,7 % des intrants.

Pour essayer de comprendre ce résultat, il est important de regarder la répartition de ces extrants et la comparer à celles observées sur les lots.

Ventes	Morts	Variation stock	Rejets	Total
19,1 %	1,8 %	39,7 %	39,4 %	100 %

Tableau 22. Ventilation des extrants du bilan de matière minérale.

Les rejets de la pisciculture semblent sous-estimés au regard des rejets calculés pour les lots. Vu les problèmes de dosages de la matière minérale sur l'eau, il est plus prudent de ne tirer aucune conclusion sur ces bilans de matière minérale et d'en extraire aucun ratio.

	Intrants			Extrants				Rejets Jours (n)	Mmin kg Mmin/j		
	Aliment Quantités (kg)	Mmin g Mmin/ kg MB	Poisson Quantités (kg)	Mmin g Mmin/ kg MB	Pêches Quantités	Mmin g Mmin/ kg MB	Morts Quantités (kg)			Mmin g Mmin/ kg MB	Variation stock Quantités (kg)
Stock initial	23087,5	82,1	225	73,5	14097	1254	37,2	119036	36	61	16,9
liv. n°1	+ 17100	77,3		(alevins)				138603	38,4		
liv. n°2	+ 7625	109,5									
liv. n°3	+ 17900	74									
Stock final	- 10075	92,9	16,5	kg Mmin	500,4	46,6	kg Mmin	1 037,9	kg Mmin	1 030,9	kg Mmin
	4 440,8	kg Mmin			Extrants =	2 614,9	kg Mmin				
	Intrants =	4 457,3	kg Mmin		Extrants =	2 614,9	kg Mmin				
	Extrants /	intrants	=	58,7 %							

MB = matière brute (poisson vif ou granulé brut)

Tableau 23. Bilan de masse des matières minérales sur la pisciculture.

Chapitre 3. Bilans d'azote et rejets azotés.

1. Suivi des lots.

1.1. Présentation du bilan azoté de chaque lot et discussion.

Les bilans des lots 39, 36 et 33 sont équilibrés (cf. page suivante), ce qui n'est pas le cas du bilan azoté du lot 23. Les teneurs en N du poisson figurent en annexe 3.1., celles de l'aliment en annexe 4.1. et celles de l'eau en annexe 5.3. Pour les bilans équilibrés, une fraction élevée, 83,9 à 91,3 %, de l'aliment ingéré est rejetée dans le milieu ambiant. Le taux de rétention corporelle de l'azote varie entre 10 et 17 % selon les lots.

Il est donc intéressant de chiffrer les parts que représentent chacun des extraits afin de mettre en évidence l'inadéquation d'un terme ou plusieurs du bilan azoté du lot 23.

Lot	Morts	Variation stock	Rejets	Total
39	0,2 %	13,1 %	86,7 %	100 %
36	0,1 %	17,1 %	82,7 %	100 %
33	0,4 %	9,3 %	90,3 %	100 %
23	0,9 %	2,2 %	96,9 %	100 %

Tableau 24. Ventilation des extraits des bilans d'azote.

Ce tableau souligne les faibles quantités d'azote retenues par les lours des lots 33 et 23. D'après les analyses de carcasses, les teneurs des lours des lots 33 et 23 auraient diminué d'environ 10 % au cours du suivi (9,8 % pour le lot 33 et 10,8 % pour le lot 23). Ces variations ne semblent pas justifiées; aussi, en admettant l'hypothèse que les concentrations soient constantes au cours du suivi, on obtient des bilans nettement plus équilibrés :

- lot 33, extraits/intrants = 100,7 %,
- lot 23, extraits/intrants = 72,2 %.

Les rejets du lot 23 apparaissent également trop faibles comparés à ce que l'on observe pour les autres lots. Aussi, en calculant les rejets non pas à l'aide des analyses du dissous et du particulaire mais directement à partir des analyses d'eau brute (NTK), le bilan s'équilibre et extraits/intrants = 104,1 %.

Entité	Intrants		Extrants		Rejets Jours <i>n</i>	N kg N/j	
	Aliment Quantités (kg)	N (g N/kg MB)	Morts Quantités (kg)	N (g N/kg MB)			Variation stock Quantités (kg)
Lot 39 Pm = 24,5 g	645	70,17	9	11,41	Stock initial Stock final	1672 11,03 2040 11,79	31 1,2
	45,3	kg N	0,1	kg N		5,6 kg N	37,2 kg N
	Intrants =	45,3	Extrants =	42,9			
		Extrants /	intrants =	94,8 %			
Lot 36 Pm = 57,5 g	1200	65,87	4	12,05	Stock initial Stock final	3209 11,66 4021 12,43	30 2,03
	79	kg N	0,1	kg N		12,6 kg N	60,9 kg N
	Intrants =	79	Extrants =	74			
		Extrants /	intrants =	93,7 %			
Lot 33 Pm = 148,5 g	3250	70,15	58	14,93	Stock initial Stock final	11118 15,78 13826 14,07	31 6
	228	kg N	0,9	kg N		19,1 kg N	186 kg N
	Intrants =	228	Extrants =	206			
		Extrants /	intrants =	90,4 %			
Lot 23 Pm = 362,5 g	1285	69,92	43	15,19	Stock initial Stock final	7478 15,97 8419 14,4	30 1,6
	89,8	kg N	0,7	kg N		1,8 kg N	48 kg N
	Intrants =	90	Extrants =	50,5			
		Extrants /	intrants =	56,1 %			

Tableau 25. Bilans de masse de l'azote pour chaque lot suivi.

La ventilation des extrants après les réajustements opérés est :

Lot	Morts	Variation stock	Rejets	Total
39	0,2 %	13,1 %	86,7 %	100 %
36	0,1 %	17,1 %	82,7 %	100 %
33	0,4 %	18,6 %	81 %	100 %
23	0,7 %	16 %	83,2 %	100 %

Tableau 26. Ventilation corrigée des extrants des bilans d'azote.

Les alevins d'après ces données corrigées stockeraient légèrement moins d'azote que les loups adultes.

En fait, le taux de rétention corporelle de l'azote serait assez peu élevé (de 13,1 à 18,6 %) et les rejets très importants (81 à 86,7 % de l'azote distribué). Ces taux de rétention corporelle sont encore plus faibles que ceux avancées par différents auteurs (ACKEFORS et ENNELL, ENELL, PHILLIPS et BEVERIDGE...) sur les salmonidés où 20-25 % de l'azote ingéré est retenu par le poisson.

1.2. Rejets azotés en fonction du poids moyen.

Les rejets mentionnés dans les bilans résultent de l'addition des rejets d'azote Kjeldahl dissous et d'azote total particulaire. Il est important de préciser que le NTK, ou azote Kjeldahl, sur l'eau filtrée recouvre à la fois l'azote ammoniacal et l'azote organique dissous excrétés par les poissons. En fait, l'azote Kjeldahl mesure l'azote total moins les formes oxydées de l'azote. Par soustraction de l'azote ammoniacal à l'azote Kjeldahl, on obtient l'azote organique dissous soit l'urée et d'autres composés dont on ne connaît pas les proportions relatives.

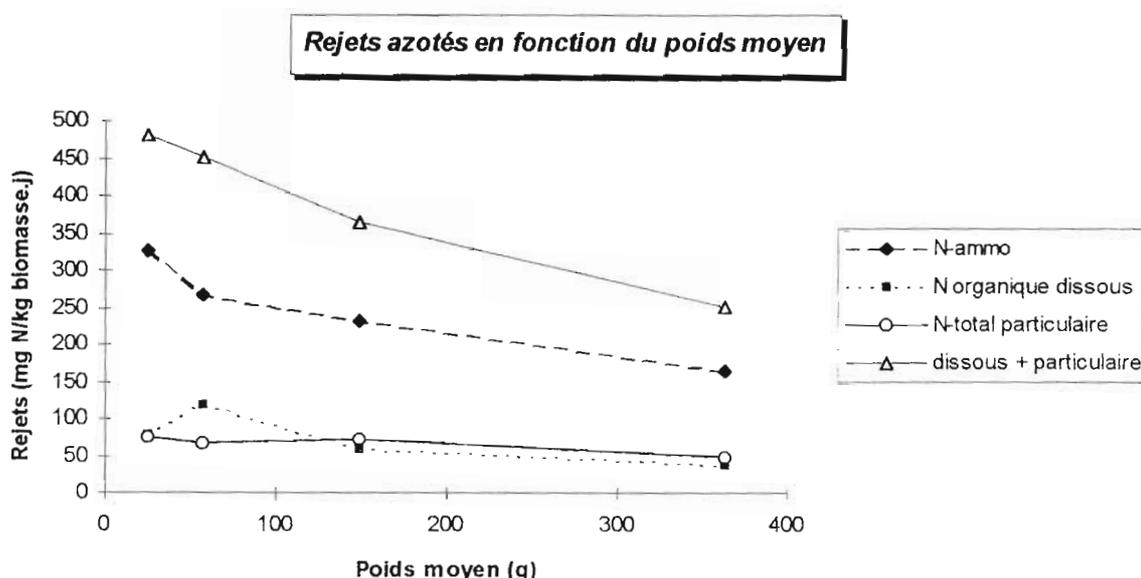
Les résultats des dosages d'azote Kjeldahl réalisés sur l'eau brute sont comparables à la somme N-dissous + N-particulaire mais les résultats du lot 23 sont aberrants, nous ne pouvons donc pas exploiter ces résultats dans l'optique de la quantification des rejets.

Les rejets d'azote nitreux et nitrique ont des valeurs faibles, alternativement positives ou négatives et des coefficients de variation très élevés. Pour l'ensemble des calculs, ces dosages n'ont donc pas été pris en compte, d'autant plus que les poissons n'excrètent aucune de ces deux formes azotées. Ces nitrites et nitrates traduisent par contre l'activité des biomasses algales et bactériennes. En l'occurrence, les valeurs relevées étant très faibles, nous pouvons considérer que les activités mentionnées sont moindres voire inexistantes. D'autre part, le taux de renouvellement de l'eau au sein des bassins est élevé ce qui empêche les phénomènes de nitrification.

Nous allons présenter maintenant deux manières différentes d'exprimer les rejets : la première en fonction de la biomasse présente et la seconde en fonction de la quantité d'aliment distribué. Les composés excrétés qui nous intéressent sont :

- l'azote ammoniacal,
- l'azote organique dissous (urée + protéines corporelles dissoutes),
- l'azote particulaire.

① Rejets exprimés en mg N/kg PV.j



Graphique 8. Rejets azotés du loup, exprimés en mg N/kg biomasse.j, en fonction du poids moyen.

Les courbes des rejets figurant sur ce graphe ont toutes la même tendance à décroître lorsque le poids moyen augmente. Seule l'excrétion d'azote particulaire serait constante.

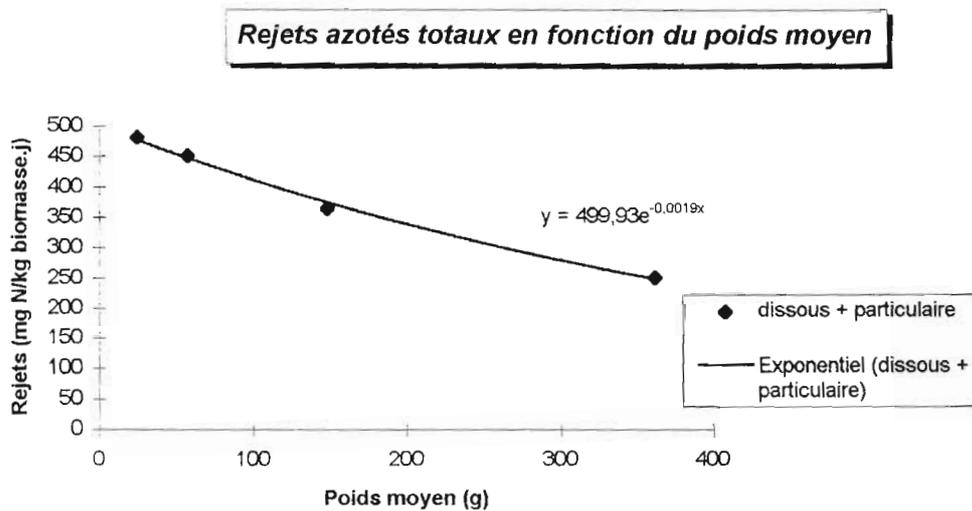
A partir de ces résultats, la répartition des rejets par forme d'azote excrété est :

	<i>/ N-total dissous</i>	<i>/ N-total</i>
<i>N-ammoniacal</i>	69-82 %	59-68 %
<i>N-organique dissous</i>	18-31 %	15-16 %
<i>N-total dissous</i>	100 %	80-84 %
<i>N-total particulaire</i>		15-20 %
<i>N-total</i>		100 %

Tableau 27. Proportions relatives des différentes formes azotées indépendamment du poids moyen.

Ces répartitions correspondent tout à fait à celles décrites par GUERIN-ANCEY (1976 a). En effet, cet auteur annonce que l'urée et l'ammoniaque constituent 68-77 % de l'azote total excrété contre 80-84 % pour nous. Selon la même source, urée/N-total = 15-26 % et ammoniaque/N-total = 52-68 %. Ce qui signifierait donc que l'azote organique excrété le serait principalement sous forme d'urée. L'excrétion uréique, exprimée par kg de poids vif et par jour, serait constante quel que soit l'âge du poisson ainsi que l'a montré GUERIN-ANCEY en 1976 sur les loups. Si l'excrétion ammoniacale est très variable, le taux d'urée est beaucoup plus stable d'où l'interprétation généralement admise que l'ammoniac est d'origine alimentaire (notamment pour les aliments riches en azote) et celle de l'urée serait endogène. Les autres formes d'azote organique dissous sont certainement issues de la dissolution des fèces (dissolution fonction de l'hydrodynamisme propre aux bassins) ou toute protéine corporelle.

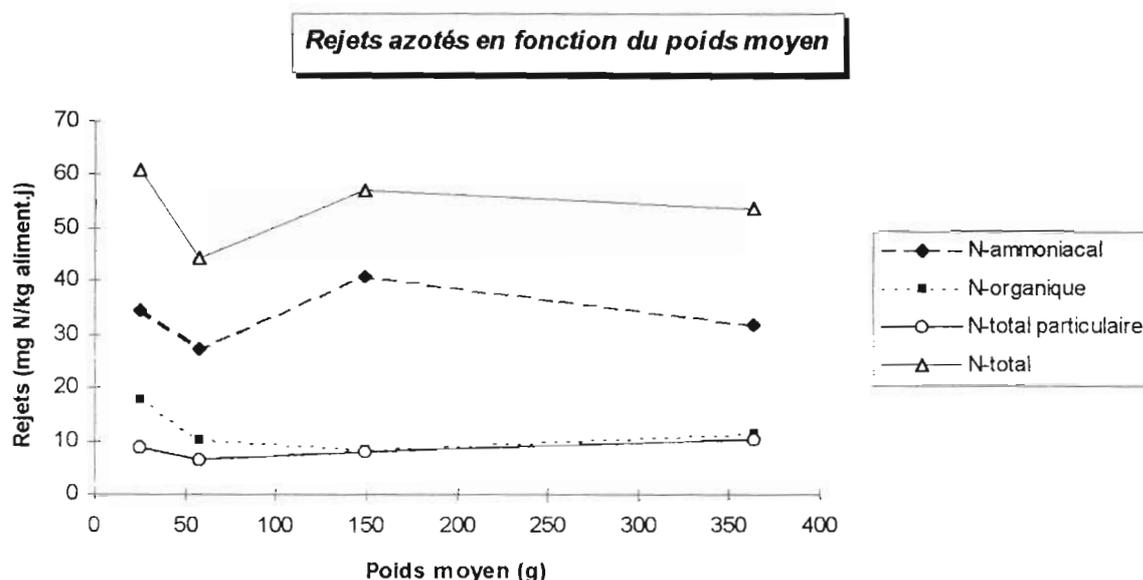
Le graphique qui suit présente une régression exponentielle liant rejets azotés totaux et poids moyen.



Graphique 9. Rejets d'azote total, exprimés en mg N/kg biomasse.j, en fonction du poids moyen.

A partir de cette équation, il est facile d'estimer les rejets de chaque forme azotées puisque l'on connaît les proportions relatives qu'elles occupent (tableau 27 page précédente).

② Rejets exprimés en mg N/kg aliment



Graphique 10. Rejets azotés du loup, exprimés en mg N/kg aliment, en fonction du poids moyen.

Lorsque les rejets sont exprimés par kg d'aliment, l'effet du poids moyen ne se fait quasiment plus sentir. En effet, d'après le graphique, aucune tendance n'apparaît avec l'âge. La meilleure des régressions consiste à attribuer une constance à chacune des formes excrétées. Les moyennes des rejets calculés ou au moins des marges permettent d'estimer les rejets en fonction de l'alimentation :

	Moyenne (g N/kg aliment)	Intervalle de confiance (g N/kg aliment)
<i>N-ammoniacal</i>	33,6	5,6
<i>N-organique dissous</i>	11,9	4
<i>N-particulaire</i>	8,5	1,6
<i>N-total</i>	54	7

Tableau 28. Ratios moyens issus du suivi des lots.

Ce qu'il est important de retenir c'est que l'excrétion azotée totale est de 54 ± 7 g N/kg aliment avec :

- N-ammoniacal représente 62 %,
- N-organique dissous 22 %,
- N-total particulaire 16 %

de l'excrétion totale.

2. Suivi de la pisciculture.

2.1. Présentation du bilan azoté et discussion.

Le bilan azoté (présenté page suivante) de la pisciculture est équilibré. La quantité d'azote apportée par les alevins est négligeable par rapport aux intrants totaux : 0,4 %. Nous aurions donc pu éviter d'en tenir compte.

Les extrants de ce bilan azoté se répartissent :

Ventes	Morts	Variation stock	Rejets
5 %	0,4 %	8,5 %	86,1 %

Tableau 29. Ventilation des extrants du bilan de phosphore exprimés en pourcentage des extrants globaux.

D'après le suivi de l'exploitation dans sa globalité, 13,9 % de l'aliment distribué est conservé par les poissons alors que 86,1 % sont rejetés. Ces fractions sont les mêmes que celles déterminées par le suivi des lots.

2.2. Rejets azotés à l'échelle de la pisciculture et confrontation avec les résultats du suivi par poids moyen.

① Rejets exprimés en mg N/kg PV.j

En utilisant, l'équation de la régression exponentielle (graphique 9 p.84) à l'échelle de la pisciculture, on obtient :

Lot	Biomasse (kg)	Poids moyen (g)	rejets	
			(mg N/kg PV.j)	(g N/j)
Ern Q	16 333	358	253,2	4 135,5
23	23 127	303	281,1	6 501
28	44 981	212	334,2	15 032,7
33	34 873	126	393,5	13 722,5
36	6 339	44	459,8	2 914,7
39	2 040	27	474,9	968,8
42	1 801	6,1	494,2	890,1
46	212	1,5	498,5	105,7
somme	113 373			44 271

Tableau 30. Simulation des rejets azotés totaux sur la pisciculture à l'aide de l'équation de formule $Y = 499,93 e^{-0,0019 X}$.

La simulation conduit à 390,5 mg N/kg PV.j contre 450 réellement mesurés. La simulation a sous-estimé les rejets de 13,2 % ce qui est peu. L'équation est donc validée.

Intrants		Extrants									
Aliment Quantités (kg)	N g N/kg MB	Poisson Quantités (kg)	N g N/kg MB	Pêches Quantités	N g N/kg MB	Morts Quantités (kg)	N g N/kg MB	Variation stock Quantités (kg)	N g N/kg MB	Rejets Jours (n)	N kg N/j
Stock initial	23087,5	225	17,94	14097	15,19	1254	14,42	119036	14,08	61	60,9
liv. n°1	+ 17100		(alevins)		(lot 23)			138603	14,75		
liv. n°2	+ 7625										
liv. n°3	+ 17900										
Stock final	- 10075	4	kg N	214	kg N	18	kg N	368	kg N	3 715	kg N
	3 988										
	kg N										
Intrants = 3 992 kg N		Extrants = 4 315 kg N									
Extrants / intrants = 108,1 %											

Tableau 31. Bilan de masse de l'azote sur la pisciculture.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Comme les différentes formes azotées sont présentes dans les mêmes proportions que pour les lots, lorsque l'on a déterminé la quantité d'azote total rejetée, il suffit de multiplier ce résultat par les coefficients :

- 0,9 pour connaître les rejets d'azote dissous,
- 0,7 pour l'azote ammoniacal,
- 0,1 pour l'azote particulaire.

② Rejets exprimés en mg N/kg aliment

Par comparaison des ratios déterminés sur les lots et ceux réellement observés sur la pisciculture :

	Suivi des lots (g N/kg aliment)	Pisciculture (g N/kg aliment)	Ecart (valeur pisci - valeur lot) / valeur pisci
N-ammoniacal	33,6	54	+ 37,8 %
N-organique dissous	11,9	9,1	- 23,5 %
N-particulaire	8,5	6,9	- 23,2 %
N-total	54	72,4	+ 25,4 %

Tableau 32. Comparaison des ratios d'excrétion en fonction de l'alimentation avec les rejets réels de la pisciculture.

Par les ratios, on sous-estime les rejets ammoniacaux et totaux mais on surestime l'excrétion d'azote particulaire et organique dissous. Ces ratios établis sur les lots ne sont donc pas validés par le suivi de la pisciculture mais ces rejets restent dans des marges restreintes. Aussi, il est possible de souligner :

- l'excrétion ammoniacale est comprise entre 30 et 55 g N/kg aliment,
- l'excrétion d'azote organique dissous est d'environ 10 g N/kg aliment,
- l'excrétion d'azote particulaire se situe entre 6 et 9 g N/kg aliment,
- l'excrétion totale entre 50 et 75 g N/kg aliment,

ceci quel que soit le poids moyen.



à retenir sur l'azote :

Les entrées d'azote sous forme d'alevins sont négligeables dans le bilan de la pisciculture. 13-19 % de l'azote apporté par l'aliment sont retenus par le poisson et 81-87 % sont rejetés, ce sont les résultats induits tant par le suivi des lots que par celui de la pisciculture. Ces rejets sont élevés par rapport à ceux des salmonidés.

Nous avons trouvé une équation pour prédire les rejets azotés en fonction de la biomasse. De la même façon, notre étude permet d'estimer les rejets azotés du loup en fonction de la quantité d'aliment ingéré mais indépendamment de l'âge du poisson.

Chapitre 4. Bilan du phosphore et rejets phosphorés.

1. Suivi des lots.

1.1. Présentation du bilan phosphoré de chaque lot et discussion.

Les bilans sont exposés page suivante. Les résultats des analyses de phosphore sur le poisson se trouvent en annexe 3.4., ceux du granulé en annexe 4.4. et ceux de l'eau en annexe 5.4.

Les bilans de masse de phosphore établis pour les lots 36 et 39 sont équilibrés. Pour le lot 33, les extrants ne représentent que 80 % des intrants (ce qui reste acceptable) tandis que pour le lot de loups commercialisables (23), les extrants atteignent presque le double des intrants (bilan inexploitable).

En exprimant chaque terme de l'équation en fonction du groupe auquel il appartient (ex : rejets / extrants), des comparaisons intéressantes entre les lots apparaissent.

Lot	Morts	Variation stock	Rejets	Total
39	1,4 %	40,0 %	58,6 %	100 %
36	0,0 %	44,6 %	55,4 %	100 %
33	1,1 %	30,3 %	68,6 %	100 %
23	2,2 %	65,5 %	33,2 %	100 %

Tableau 33. Ventilation des extrants des bilans de phosphore.

Le terme *variation de stock* explique 40-45 % des extrants pour les lots 36 et 39 et le terme *rejets* 55 à 59 %.

En ce qui concerne le lot 33, l'hypothèse d'une sous-estimation de la variation de stock peut être émise alors que pour le lot 23 le déséquilibre enregistré pourrait provenir, au contraire, d'une surestimation de cette variation. Dans ces deux cas de figure, les variations des teneurs en P des carcasses de poissons entre le début et la fin des suivis semblent être surévaluées.

	$(T_f - T_i) / T_i$
lot 39	3 %
lot 36	1,3 %
lot 33	9,7 %
lot 23	17,9 %

T_f = teneur finale (en g P/kg MB)

T_i = teneur initiale (en g P/kg MB)

Tableau 34. Variation des teneurs en phosphore du loup au cours des suivis des 4 lots.

Il est certain que les variations calculées pour les lots 33 et 23 sont élevées par rapport à celles des lots d'alevins. Les variations de stock pour ces 2 lots sont importantes en quantités. Aussi la moindre imprécision au niveau des analyses de carcasses se répercute-t-elle de façon sensible sur les calculs. En admettant l'hypothèse où les erreurs sur les lots 33 et 23 sont expliquées par les analyses de carcasses, de nouveaux bilans peuvent être construits. Les calculs aboutissent alors à des résultats totalement différents :

- pour le lot 33, extrants = 36,8 kg P et extrants/intrants = 102,8 %;
- pour le lot 23, extrants = 13,6 kg P et extrants/intrants = 104,6 %.

Entité	Intrants		Extrants		Rejets				
	Aliment Quantités (kg)	P (g P/kg MB)	Morts Quantités (kg)	P (g P/kg MB)	Variation stock Quantités (kg)	P (g P/kg)	Jours n	P (g P/j)	
Lot 39 Pm = 24,5 g	645	10,57	9	6,42	Stock initial	1672	6,31	31	102,5
	6,8	kg P	0,1	kg P	Stock final	2040	6,52		
	Intrants =	6,8	Extrants =	6,1		2,8	kg P	3,2	kg P
		Extrants / intrants =	89,7 %						
Lot 36 Pm = 57,5 g	1200	10,97	4	6,32	Stock initial	3209	6,28	30	221,8
	13,2	kg P	0,0	kg P	Stock final	4021	6,36		
	Intrants =	13,2	Extrants =	12,1		5,4	kg P	6,7	kg P
		Extrants / intrants =	92,0 %						
Lot 33 Pm = 148,5 g	3250	11,02	58	6,05	Stock initial	11118	6,36	31	634,5
	35,8	kg P	0,3	kg P	Stock final	13826	5,74		
	Intrants =	35,8	Extrants =	28,7		8,7	kg P	19,7	kg P
		Extrants / intrants =	80,2 %						
Lot 23 Pm = 362,5 g	1285	10,12	43	6,3	Stock initial	7478	5,68	30	265,2
	13,0	kg P	0,3	kg P	Stock final	8419	6,92		
	Intrants =	13,0	Extrants =	24,1		15,8	kg P	8	kg P
		Extrants / intrants =	185,4 %						

Tableau 35. Bilans de masse du phosphore pour chaque lot suivi.

Les nouveaux extrants se répartissent comme suit :

	Variation de stock (/extrants)	Rejets (/extrants)
lot 33	46,7 %	52,4 %
lot 23	39 %	58,8 %

Tableau 36. Ventilation des extrants dans l'hypothèse où les variations des teneurs en P des carcasses sont nulles durant le mois de suivi.

Après correction, la répartition des extrants est :

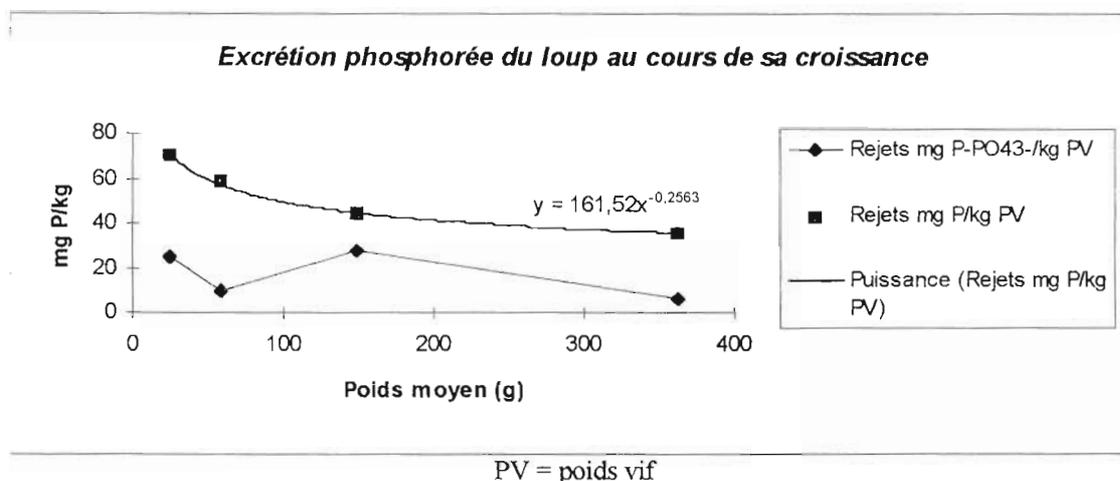
- taux de rétention corporelle = 41-48 %,
- taux d'excrétion phosphorée = 52-59 %.

1.2. Rejets phosphorés en fonction du poids moyen.

Les calculs des rejets sont basés sur les teneurs en P-total des échantillons d'eau brute. Les résultats obtenus sur l'eau filtrée sont parfois aberrants (rejets négatifs voire supérieurs à ceux obtenus sur l'eau brute), ils n'ont donc pas été exploités.

Comme pour l'azote, nous allons exprimer les rejets par kg de biomasse puis par kg d'aliment distribué.

❶ Rejets exprimés en mg P/kg PV.j



Graphique 11. Excrétion phosphorée du loup, exprimée par kg PV.j, en fonction du poids moyen.

La courbe descriptive des rejets de phosphates possède une allure dentelée. En effet, ces rejets sous forme de phosphates diffèrent d'un lot à l'autre. Les coefficients de variation des rejets des séries de mesures correspondantes sont élevés. Il ne serait donc pas logique d'essayer de lier ces rejets de phosphates aux poids moyens car aucune moyenne n'est significative. D'autre part, les phosphates ne représentent pas une proportion constante des rejets phosphorés totaux.

La quantité de phosphates excrétée fluctue toutefois dans une certaine gamme :

$$5-30 \text{ mg P-PO}_4^{3-}/\text{kg PV.j}$$

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les coefficients de variation des 4 ou 5 mesures de phosphore total réalisées sur chaque lot sont élevés mais la courbe de l'excrétion phosphorée en fonction du poids moyen n'a pas l'allure dentelée de celle des rejets de phosphates. Effectivement, à partir des 4 moyennes, une régression puissance peut être définie. Son équation est la suivante :

$$Y = 161,52 X^{-0,2563}$$

ou Y = rejets en mg P/kg biomasse.j

et X = poids moyen en g

② Rejets exprimés en mg P/kg aliment

Les rejets de P/kg aliment distribué sont quasiment les mêmes quel que soit le poids moyen considéré. A partir de toutes les données, le taux moyen observé est de **6,8 g/kg aliment distribué**, indépendamment de l'âge du poisson. Les rejets de phosphates oscillent entre **0 et 5 g P-PO₄³⁻/kg aliment**.

2. Suivi de la pisciculture.

2.1. *Bilan de masse du phosphore.*

Le bilan de masse du phosphore déterminé pour la pisciculture dans sa globalité est équilibré à 11 % près. La ventilation des extrants est la suivante :

Ventes	Morts	Variation stock	Rejets	Total
12,8 %	1,3 %	23,8 %	62,1 %	100 %

Tableau 37. Ventilation des extrants du bilan de phosphore.

Cette répartition est la même que celle des lots car 37,9 % du phosphore ingéré est retenu par le poisson et 62,1 % est rejeté dans le milieu ambiant.

Comparativement aux études menées sur les salmonidés (ACKEFORS et ENELL (1990), HOLBY et HALL (1990), ENELL (1987), PHILLIPS et BEVERIDGE (1986)), le taux de rétention phosphorée serait plus importante chez le loup (37,9 %) que chez la truite (15-30 %) et la part de phosphore rejeté serait inférieure (62,1 % contre 70-85 %) (cf. p.27).

Les résultats des analyses, surtout sur le P dissous, sont peu précis (CV élevés) quel que soit le lot considéré. Cette imprécision serait imputable à la mesure elle-même : problèmes de conservation des échantillons, concentrations trop faibles pour que la mesure soit fiable sont autant d'explications plausibles. Comme l'expression des rejets selon la biomasse ou l'alimentation n'améliore pas les résultats, les variations des rejets d'une journée à l'autre pour un lot donné ne sont donc pas liées aux variations de biomasse ou d'alimentation.

Intrants		Extrants										
	Aliment Quantités (kg)	P g P/kg MB	Poisson Quantités (kg)	P g P/kg MB	Pêches Quantités	P g P/kg MB	Morts Quantités (kg)	P g P/kg MB	Variation stock Quantités (kg)	P g P/kg MB	Rejets Jours (n)	P kg P/j
Stock initial	23087,5	13,3	225	12,37	14097	6,30	1254	6,80	119036	6,46	61	7,35
liv. n°1	+ 17100	10		(alevins)		(lot 23)			138603	7,13		
liv. n°2	+ 7625	12,4										
liv. n°3	+ 17900	10,6										
Stock final	- 10075	13,8	3	kg P	89	kg P	9	kg P	219	kg P	448,3	kg P
	623	kg P										
	Intrants =	626 kg P			Extrants =	765,3 kg P						
	Extrants /	intrants	=	122,2 %								

Tableau 38. Bilan de masse du phosphore sur la pisciculture.

2.2. Rejets phosphorés de la pisciculture.

① Rejets exprimés en mg P/kg PV.j

En appliquant les équations descriptives des rejets en fonction du poids moyen, on devrait retrouver les rejets déterminés pour la pisciculture entière.

Lot	Biomasse (kg)	Poids moyen/2 mois (g)	rejets/2mois	
			(mg/kg)	(g/j)
Ern Q	16 333	358	35,8	584,7
23	23 127	303	37,3	862,6
28	44 981	212	40,9	1 839,7
33	34 873	126	46,8	1 632,1
36	6 339	44	61,2	388
39	2 040	27	69,4	141,6
42	1 801	6,1	101,6	183
46	212	1,5	143,2	30,3
somme				5 662

Tableau 39. Simulation des rejets sur la pisciculture à l'aide de l'équation.

La moyenne du phosphore total excrété par kg de biomasse et par jour sur la pisciculture est de 7061 g/j d'après notre suivi. L'erreur entre les rejets estimés et les rejets réels est de 20 %.

L'équation est donc validée.

L'excrétion du phosphore chez le loup serait bien plus élevée que celle du saumon atlantique pour lequel FIVELSTAD et al. (1990) ont trouvé un niveau d'excrétion de 10 à 30 mg P/kg PV.j. Le taux de rétention corporelle que nous avons déterminé est supérieur aux résultats mentionnés sur d'autres espèces (cf. p.25).

② Rejets exprimés en mg P/kg aliment

En moyenne, quel que soit le poids moyen, l'excrétion phosphorée est d'environ 7,5 g/kg aliment distribué.j. A partir de toutes les données (pisciculture et lots), le niveau d'excrétion déterminé en fonction de l'alimentation est de **7,3 g P/kg aliment distribué**. L'intervalle de confiance est de **1,4 g P/kg aliment**.

L'excrétion quotidienne moyenne trouvée de 56,2 mg P/kg PV.j est nettement supérieure aux résultats de FIVELSTAD et al. (1990) : 10-30 mg P/kg PV.j.

 **à retenir sur le phosphore :**

Comparée aux données bibliographiques sur d'autres espèces, l'excrétion phosphorée du loup serait moindre (60 contre 70-85 %) et la rétention corporelle importante.

2 modes de prédiction de l'excrétion phosphorée sont validés :

$$7,3 \pm 1,4 \text{ g P/kg aliment}$$

$$Y = 161,52 X^{-0,2563}$$

où Y = P excrété en mg P/kg PV.j et X = poids moyen en g

Chapitre 5. Bilan du carbone et rejets carbonés.

1. Bilans de masse du carbone.

Aucun des 5 bilans de masse du carbone n'est équilibré (voir page suivante). Seuls les rejets particuliers figurent dans la colonne rejets parce que les rejets dissous n'ont pas été déterminés (annexe 5.5.). Les teneurs en carbone du poisson et de l'aliment figurent en annexes 3.1. et 4.1.

Que ce soit pour la pisciculture ou les lots, les extrants ne pèsent que 25 % des intrants. Ces extrants se répartissent, malgré tout, de façon homogène par catégorie :

Entité	Pêches	Morts	Variation stock	Rejets part	Rejets dissous	Total
39	-	0,2 %	11,2 %	14,9 %	?	100 %
36	-	0,0 %	9,7 %	14,8 %	?	100 %
33	-	0,3 %	10,7 %	13,1 %	?	100 %
23	-	0,6 %	?	20,2 %	?	100 %
Pisciculture	4,5 %	0,4 %	6,1 %	15,3 %	?	100 %

part = particulière

Tableau 40. Ventilation des extrants des bilans de carbone.

La part des rejets dissous peut être estimée à partir de ces données, elle serait de 73-75 %. Le carbone ingéré se répartirait comme suit :

- 10 % seraient retenu par le loup,
- 90 % seraient rejeté dans le milieu ambiant.

Ces données sont encore plus alarmantes que celles de HALL et al. (1990) sur des salmonidés où le taux de rétention corporelle est de 22 %, soit le double de ce que nous trouvons.

2. Rejets carbonés.

Les rejets dissous mesurés n'ont aucun sens (annexe 5.5.). Les prélèvements, la conservation des échantillons et leur manutention ainsi que la précision même de l'appareil de mesure de la mesure sont autant de paramètres qui peuvent être mis en cause.

Les manipulations aidant, le dioxyde de carbone a pu être "strippé" facilement; lors de l'agitation de l'erlenmeyer, par exemple. Le mode de prélèvement (système de remise en suspension des MES) peut être également critiqué à cause du bullage utilisé. Il est connu que le transfert air-eau de gaz réactifs comme le dioxyde de carbone est plus rapide que celui de gaz non ionisables en solution comme l'oxygène, l'azote et le méthane.

L'utilisation du bichlorure de mercure comme conservateur n'était sans doute pas la meilleure solution (sous l'effet de la chaleur, certains échantillons ont "tourné").

Entité	Intrants		Extrants				Rejets	
	Aliment Quantités (kg)	C (g C/kg MB)	Morts Quantités (kg)	C (g C/kg MB)	Variation stock Quantités (kg)	C (g C/kg)	Jours n	C kg C/j
Lot 39 Pm = 24,5 g	645	391,81	9	53,31	Stock initial 1672	51,02	31	1,22
	252,7	kg C	0,5	kg C	Stock final 2040	55,6		
	Intrants =	252,7	Extrants =	66,4	28,1	kg C	37,8	kg C
		Extrants /						
Lot 36 Pm = 57,5 g	1200	388,53	4	55,91	Stock initial 3209	55,93	30	2,3
	466,2	kg C	0,2	kg C	Stock final 4021	55,89		
	Intrants =	466,2	Extrants =	114,5	45,3	kg C	69	kg C
		Extrants /						
Lot 33 Pm = 148,5 g	3250	392,77	58	70,21	Stock initial 11118	72,35	31	5,4
	1 276,5	kg C	4,1	kg C	Stock final 13826	68,07		
	Intrants =	1 276,5	Extrants =	308,2	136,7	kg C	167,4	kg C
		Extrants /						
Lot 23 Pm = 362,5 g	1285	403,99	43	71,11	Stock initial 7478	76,92	30	3,5
	519,1	kg C	3,1	kg C	Stock final 8419	65,3		
	Intrants =	519,1	Extrants =	82,7	-25,4	kg C	105	kg C
		Extrants /						

Tableau 41. Bilans de masse du carbone pour chaque lot suivi.

Intrants		Extrants									
Aliment Quantités (kg)	C g C/kg MB	Poisson Quantités (kg)	C g C/kg MB	Pêches Quantités	C g C/kg MB	Morts Quantités (kg)	C g C/kg MB	Variation stock Quantités (kg)	C g C/kg MB	Rejets Jours (n)	C kg C/j
Stock initial	23087,5	397,19	78,59	14097	71,11	1254	72,57	119036	72,82	61	55,5
liv. n°1	+ 17100	388,71	(alevins)		(lot 23)			138603	72,32		
liv. n°2	+ 7625	376,23									
liv. n°3	+ 17900	411,46									
Stock final	- 10075	389,96									
	<u>22 122</u>	<u>kg C</u>	<u>18</u>	<u>kg C</u>	<u>1 002</u>	<u>kg C</u>	<u>91</u>	<u>1 356</u>	<u>kg C</u>	<u>3 386</u>	<u>kg C</u>
Intrants = 22 140 kg C		Extrants = 5 835 kg C									
Extrants / intrants = 26,4 %											

Tableau 42. Bilan de masse du carbone sur la pisciculture.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

. La technique d'analyse utilisée n'était pas suffisamment précise sur la mesure du carbone organique (TOC). Le TOC, avec cette méthode est calculé par différence entre le TC (total carbon) et le IC (inorganic carbon). Sur les eaux de l'exploitation, l'IC était très élevé, il aurait masqué le TOC.

Finalement, il aurait sans doute mieux valu effectuer un prélèvement ponctuel par lot en fin de campagne (le mercredi matin) pour ces dosages de carbone dissous c'est à dire prélever 100 ml en une fois plutôt que 10 fois 10 ml d'eau.

 **à retenir sur le carbone :**

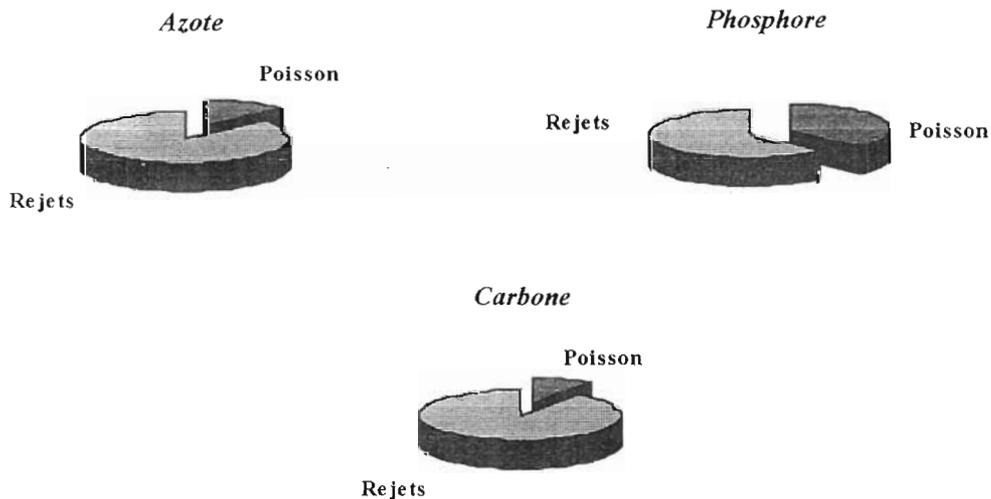
Des difficultés de dosage du carbone excrété (stripping certain du CO₂ et concentrations trop faibles de carbone organique) ont conduit à l'estimation de celui-ci à partir des bilans incomplets. En tenant compte de ces arrangements, le carbone ingéré serait rejeté à 90 % et le taux de rétention corporelle serait de 10 % seulement.

Parmi les nombreux déchets engendrés par l'activité humaine, il en est qui sont souvent pointés du doigt : il s'agit des déchets agricoles. Il est donc indispensable pour l'ensemble de la profession de maîtriser et gérer au mieux ces rejets. Si certains s'occupent de réfléchir des systèmes de recyclage par voies naturelles de ces déchets, il en est d'autres qui s'occupent de les quantifier au préalable. Notre travail a consisté, dans cette optique, à quantifier les rejets d'une pisciculture de loups. En fait, cette étude avait deux finalités :

- l'une, clairement définie, qui était de déterminer des bilans de masse azotés, phosphorés et carbonés,

- l'autre, sous-jacente, qui était de former une équipe de chercheurs à cet exercice.

Ces objectifs ont été atteints puisque, pour le second, l'équipe concernée est prête à travailler en quantification fine. Nous avons montré que les éléments azoté, phosphoré et carboné étaient utilisés, sur cet élevage, de la façon :



où **poisson** représente la fraction retenue par le poisson
et **rejets** la fraction rejetée

Des trois éléments (N, P et C), c'est le phosphore qui serait le mieux utilisé par le loup (*Dicentrarchus labrax L.*). Pour l'azote et le carbone, l'importance des quantités rejetées est alarmante.

Les bilans de matière sèche et de matière minérale construits n'autorisent pas l'extrapolation de relations liants poids moyen et rejets de même que ceux du carbone. Bien entendu, l'ensemble des résultats obtenus ne peut pas être appliqué à 100 % à une autre pisciculture mais permet d'estimer, grosso modo, les rejets. La quantification plus fine de ces excréments en halle expérimentale (où les paramètres sont contrôlés) fournira des ratios plus précis que ceux établis dans le présent travail. Mais dans quelle mesure ces suivis, à petite échelle, seront-ils transposables à une ferme entière? Nos premières données, parce qu'empiriques, ne sont-elles pas plus justes?

Lorsque l'on compare nos bilans de masse à ceux de la bibliographie, on ne peut s'empêcher de réagir : comment se fait-il que les auteurs ne mentionnent aucun écart entre les intrants et les extrants mesurés? En effet, tous les bilans publiés sont équilibrés à 100 % sans qu'il soit fait mention d'un déséquilibre même insignifiant. Dans notre cas, les nombreux problèmes de mesure, induits par les très faibles concentrations des rejets (débits très élevés), ont nui à la précision des quantifications.

Il y a 17 ans déjà, FAURE (1977) écrivait : "1 kg de truites pollue autant que 0,2 à 0,5 habitant donc une pisciculture produisant 100 T de poissons par an égalerait à une ville de 20 000 à 50 000 habitants". A-t-on beaucoup progressé depuis ? Si les législations européennes imposent demain une limitation des rejets, sommes-nous capables de fournir aux éleveurs des systèmes de traitement de l'eau suffisamment efficaces et adaptés? A quel point l'élevage en circuit fermé est-il viable sachant que le pisciculteur investit peu dans les infrastructures? Cet éleveur, s'il est indépendant, sera-t-il capable d'en assumer le coût?

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACKEFORS, H. et ENELL, M., 1990.** Discharge of nutrients from Swedish fish farming to adjacent sea areas. *Ambio*, 19, 28-35.
- ACKEFORS, H. et SODERGREN, A., 1985.** Swedish experiences of the impact of aquaculture on the environment. CIEM / E40-W, 7 p.
- ALLIOT, E., FEBVRE, A., METAILLER, R. et PASTOUREAUD, A., 1974.** Besoins nutritifs du bar (*Dicentrarchus labrax*). Etude du taux de protéine et du taux de lipide dans le régime. CNEXO, Actes de Colloque, 1, 215-228.
- ALLIOT, E., 1982.** Aspects nutritionnels chez le loup, *Dicentrarchus labrax*, en milieu contrôlé. Influence des régimes alimentaires et des facteurs de l'environnement sur le bilan azoté. Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille II. 181 p.
- ALLIOT, E. et PASTOUREAUD, A., 1984.** Les besoins alimentaires et leur couverture chez le bar et la daurade. In *L'aquaculture du bar et des sparidés*. INRA Publ. Paris. 337-349.
- AMINOT, A. et CHAUSSEPIED, M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. CNEXO, Brest, 395 p.
- AMSTRONG, D.A., CHIPPENDALE, D., KNIGHT, A.W. et COLT, J.E., 1978.** Interaction of ionized and un-ionized ammonia on short-term survival and growth of prawn larvae *Macrobacterium rosenbergii*. *Biol. Bull.*, 154, 15-31.
- BARNABE, G., 1986.** L'élevage du loup et de la daurade. In *Aquaculture*. Tec & Doc Lavoisier, Paris, 627-666.
- BEAMISH, F. W. H. et THOMAS, E., 1984.** Effects of dietary protein and lipid on nitrogen losses in rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*, 41, 359-371.
- BERGHEIM, A., SIVERSTEN, A. et SELMER-OLSEN, A. R., 1984.** Estimated pollution loadings from norwegian fish farms. I. Investigations 1978-1979. *Aquaculture*, 28, 347-361.
- BICAL, C., 1979.** Contribution à l'étude de l'activité respiratoire du bar juvénile, *Dicentrarchus labrax* (L.) : influence de la température, de la salinité et de la teneur en oxygène du milieu. Thèse de 3^e cycle, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 112 p.
- BOUGIS, P., 1974.** Ecologie du plancton marin. Tome I le phytoplancton. Masson et Cie Editeurs, Paris.
- BOYD, C. E., 1982.** Water quality management for pond fish culture developments in aquaculture and fisheries science. Elsevier, Amsterdam, vol. 9, 318 p.
- BUTZ, I. et WENS-CAPPEL, B., 1981.** Organic load of water with metabolic products of rainbow trout fed with dry food. EIFAC workshop on fish farm effluents, Silkeborg (Danemark), mai 1981, 14 p.
- CHOUBERT, G., 1983.** Estimation des rejets solides chez le poisson. *Pisc. fr.*, 72, 32-40.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CLARK, E.R., HARMAN, J.P. et FORSTER, J.R.M., 1985.** Production of metabolic and waste products by intensively farmed rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish. Biol.*, 27, 381-393.
- COLT, J., 1991.** Modeling production capacity of aquatic culture systems under freshwater conditions. *Aquacultural Engineering*, 10, 1-29.
- COPIN-MONTEGUT, G., 1993.** Chimie marine. Notes de cours. Université P. et M. CURIE. Océanis, Paris. vol. 19, fasc. 5.
- COWEY, C. B. et SARGENT, J. R., 1979.** Nutrition. In Hoar, Randall, Fish Physiology, Academic Press, London.
- DEGREMONT, 1989.** Mémento technique de l'eau. Paris, 9^e édition, Tome 1, 592 p.
- DOSDAT, A., 1992.** L'excrétion chez les poissons téléostéens. I : L'azote. *Pisc. fr.*, 108, 25-40.
- DOSDAT, A., 1992.** L'excrétion chez les poissons téléostéens. II : Le phosphore. *Pisc. Fr.*, 109, 18-29.
- DOSDAT, A., METAILLER, R., TETU, N., SERVAIS, F., CHARTOIS, H., HUELVAN, C. et DESBRUYERES, E., 1994.** Peculiarity of nitrogen excretion in turbot, *Scophthalmus maximus* (L.), under controlled conditions. IFREMER, communication interne.
- EIKEBROKK, B. et ULGENES, Y., 1993.** Characterization of treated and untreated effluents from landbased fish farms. *Fish Farming Technology*, 361-365.
- ENELL, M., 1987.** Environmental impact of cage fish farming with special reference to phosphorus and nitrogen loadings. ICES, Marine environmental quality Committee, CM 1987 / F:44, 13 p.
- ENRIGHT, C. T., NEWKIRK, G. F., CRAIGIE, J. S. et CASTELL, J. D., 1986.** Growth of juvenile *Ostrea edulis* L. fed *Chaetoceros gracilis* Schütt of varied chemical composition. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 96, 15-26.
- FAURE, A., 1977.** Mise au point sur la pollution engendrée par les piscicultures. *Pisc. fr.*, 50, 33-35.
- FAURE, A., 1983.** Evaluation de la pollution rejetée par les salmonicultures intensives. CEMAGREF, Bordeaux, étude n° 16, vol I, 71 p.
- FAURE, A., 1984.** Evaluation de la pollution rejetée par les salmonicultures intensives. CEMAGREF, Bordeaux, étude n° 19, vol II, 90 p.
- FIVELSTAD, S., THOMASSEN, J., SMITH, J., KJARTANSSON, H. et SANDO, A. B., 1990.** Metabolic production rates from atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) reared in a single pass land-based brackish water and seawater systems. *Aquacultural Engineering*, 9, 1-21.
- FOY, R. H. et ROSELL, R., 1991.** Loadings of nitrogen and phosphorus from a Northern Ireland fish farm. *Aquaculture*, 96, 17-30.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GOWEN, R. J., BRADBURY, N. B. et BROWN, J. R., 1985.** The ecological impact of salmon farming in Scottish coastal waters : a preliminary appraisal. CIEM / F35-W, 6 p.
- GUERIN-ANCEY, O., 1976 a.** Etude expérimentale de l'excrétion azotée du bar (*Dicentrarchus labrax*) en cours de croissance. I. Effets de la température et du poids du corps sur l'excrétion d'ammoniac et d'urée. *Aquaculture*, 9, 71-80.
- GUERIN-ANCEY, O., 1976 b.** Etude expérimentale de l'excrétion azotée du bar (*Dicentrarchus labrax*) en cours de croissance. II. Effets du volume et de la concentration initiale en ammoniac sur l'excrétion d'ammoniac et d'urée. *Aquaculture*, 9, 253-258.
- HAKANSON, L., ERVIK, A., MAKINEN, T. et MOLLER, B., 1988.** Basic concepts concerning assessments of environmental effects of marine fish farms. *Rapp. Nordic Council of Ministers*, 103 p.
- HALL, P. O. J., ANDERSON, L. G., HOLBY, O., KOLLBERG, S. et SAMUELSSON, M. O., 1990.** Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. I- Carbon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 61, 61-73.
- HILLABY, B. A. et RANDALL, D. J., 1979.** Acute ammonia toxicity and ammonia excretion in rainbow trout. *J. Fish. Res. Board Can.*, 36, 621-629.
- HOLBY, O. et HALL, P. O. J., 1991.** Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. II - Phosphorus. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 70, 263-272.
- HUTTEL, C., 1992.** Contribution à l'étude du suivi des paramètres de l'eau en circuit fermé et des rejets solides (MES). Rapport de stage, IFREMER, 55 p.
- KAUSHIK, S. J., 1980.** Influence of nutritional status on the daily patterns of nitrogen excretion in the carp (*Cyprinus carpio L.*) and the rainbow trout (*Salmo gairdneri R.*). *Reprod. Nutr. Develop.*, 20 (6), 1751-1765.
- KAUSHIK, S. J., 1990.** Nutrition et alimentation des poissons et contrôle des déchets piscicoles. *Pisc. fr.*, 101, 14-23.
- KROM, M. D., PORTER, C. et GORDIN, H., 1985.** Nutrient budget of marine fish pond in Eilat, Israël. *Aquaculture*, 51, 65-80.
- LALL, S. P., 1990.** Digestibility, metabolism and excretion of dietary phosphorus in fish. In : C. B. COWEY and C. Y. CHO (Eds), Proceedings of the first international symposium on feeding fish in our water : nutritional strategies and aquaculture waste. June 5-8th 1990, Guelph, Ontario, Canada.
- LANGAR, H., GUILLAUME, J., METAILLER, R. et FAUCONNEAU, B., 1992.** Relationship between whole-body protein synthesis and growth in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fed on protein from different sources. *Oceanis*, 18, fasc. 1, 45-48.
- LEMARIE, G., GASSET, E., CAM, D. et DE LAFONCHAIS, E., 1992.** Modélisation de la consommation en oxygène du loup (*Dicentrarchus labrax L.*) et de la daurade (*Sparus aurata L.*). *Ichthyophysiological Acta*, 15, 55-68.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LEMARIE, G., 1993. Loup-bar d'eau douce. *Equinoxe*, 46, 30.
- LIAO, P. B. et MAYO, R. D., 1974. Intensified fish culture combining water reconditioning with pollution abatement. *Aquaculture*, 3, 61-85.
- LUQUET, P. et KAUSHIK, S.J., 1981. Besoins en protéines et en acides aminés. In La nutrition des poissons. CNRS Ed., Paris.
- MARTIN, G., 1979. Le problème de l'azote dans les eaux. Tec & Doc, Paris, 279 p.
- MAUREL, P., 1982. La technologie piscicole face aux problèmes de pollution. *Pisc. fr.*, 69, 5-11.
- MELCION, J-P., 1986. Technologie de fabrication d'aliments pour poissons. INRA.
- NF T 90-023, 1982. Dosage des orthophosphates, des polyphosphates et du phosphore total (méthode spectrométrique).
- NF T 90-105, 1978. Essais des eaux. Détermination des matières en suspension.
- NF T 90-110, 1981. Dosage de l'azote Kjeldahl.
- NF V 04-406, 1992. Viandes, préparations de viande et produit à base de viande. Détermination de la teneur en phosphore total.
- NOSE, T., 1967. On the metabolic fecal nitrogen in young rainbow trout. *Bull. Freshwat. Fish. Res. Lab.*, Tokyo, 17 : 97-105.
- NOSE, T., 1979. Diet compositions and feeding techniques in fish culture with complete diets. Proc. World Symp. on Finfish Nutrition and Fishfeed Technology, Hamburg, 1978, vol. I.
- OGINO, C., TAKEUCHI, L., TAKEDA, H. et WATANABE, T., 1979. Availability of dietary phosphorus in carp and rainbow trout. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 45, 1527-1532.
- PENCZACK, T., GALICKA, W., MOLINSKI, M., KUSTO, E. et ZALEWSKI, M., 1982. The enrichment of a mesotrophic lake by carbon, phosphorus and nitrogen from the cage aquaculture of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *J. Appl. Ecol.*, 19, 371-393.
- PHILLIPS, M. J. et BEVERIDGE, M., 1986. Cages and the effect on water condition. *Fish Farmer*, Mai-Juin 1986, 17-19.
- PORTER, C. B., KROM, M. D., ROBBINS, M. G., BRICKELL, L. et DAVIDSON, A., 1987. Ammonia excretion and total N budget for gilthead seabream (*Sparus aurata*) and its effect on water quality conditions. *Aquaculture*, 66, 287-297.
- RODIER, J., 1984. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. Dunod, Bordas, Paris, 7^e édition, 1365 p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

SPYRIDAKIS, P., METAILLER, R., GABAUDAN, J. et RIAZA, A., 1989. Studies on nutrient digestibility in european sea bass (*Dicentrarchus labrax*). I. Methodological aspects concerning faeces collection. *Aquaculture*, 77, 61-70.

STRICKLAND, J. D. H. et PARSONS, T. R., 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Research Board of Canada*, Ottawa, 310 p.

TANGUY, R., 1988. Etude du prégrossissement et du grossissement du loup en cage. Rapport de stage, INA, 60 p.

TREGUER, P. et LE CORRE, P., 1974. Manuel d'analyses des sels nutritifs dans l'eau de mer (utilisation de l'autoanalyseur II Technicon). Brest.

VELLAS, F., 1981. L'excrétion azotée. In Nutrition des poissons, FONTAINE, M., Actes du colloque CNERNA, Paris, mai 1979, éditions du CNRS, 149-161.

VIDEAU, C. et MERCERON, M., 1992. Impact de la pisciculture marine intensive sur l'environnement. Revue bibliographique. Parution IFREMER, 105 p.

VITALE-LELONG, D., 1989. Bilan azoté du loup (*Dicentrarchus labrax L.*) en cours de prégrossissement. Influence de la ration alimentaire, de la taille des poissons et de la température d'acclimatation. Thèse Université Aix-Marseille III.

ZAGLANICZNY, L., 1994. Spectres granulométriques, à température constante, des fèces de loups prégrossis, selon 4 types d'aliment. Rapport de stage. CREUFOP, Université Montpellier II, 47 p.

ANNEXES

SOMMAIRE DES ANNEXES

ANNEXES 1. Données de l'éleveur.

- 1.1. Plan de la pisciculture.
- 1.2. Table d'alimentation.
- 1.3. Rapports de l'éleveur, mois de mai et juin.
- 1.4. Nomogramme pour la détermination de la densité de l'eau en fonction de la température et de la salinité.

ANNEXES 2. Campagnes préliminaires.

- 2.1. Répartition spatiale des MES aux différents points de prélèvements.
- 2.2. Analyses de variance sur la répartition des MES.
- 2.3. Suivi sur 24 h de l'excrétion solide et de l'excrétion ammoniacale d'un lot de loups.
- 2.4. Effet des plates-formes à jets sur le carbone dissous.

ANNEXES 3. Résultats des analyses réalisées sur le poisson.

- 3.1. Synthèse des résultats obtenus.
- 3.2. Pesées aux différents stades de la préparation du poisson.
- 3.3. Taux de matière sèche et de matière minérale.
- 3.4. Teneurs en phosphore total.

ANNEXES 4. Résultats des analyses réalisées sur l'aliment.

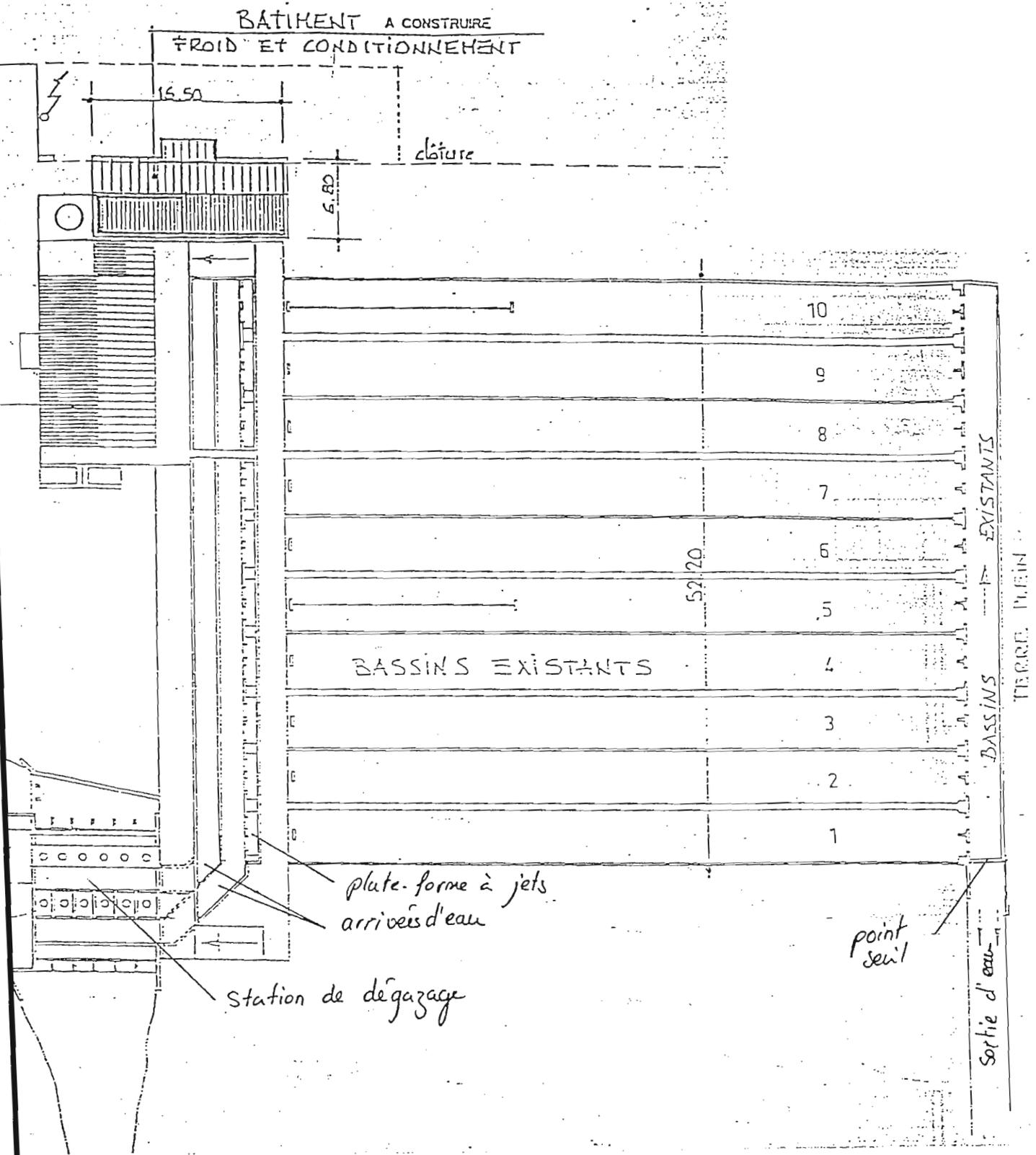
- 4.1. Synthèse des résultats obtenus.
- 4.2. Taux de matière sèche et de matière minérale.
- 4.3. Teneurs en phosphore total.

ANNEXES 5. Résultats des analyses sur l'eau.

- 5.1. Détermination des débits d'eau.
- 5.2. Taux de matière sèche et de matière minérale.
 - 5.2.1. Analyses sur le particulaire.
 - 5.2.1.1. Rejets calculés.
 - 5.2.1.2. Données brutes.
 - 5.2.2. Analyses sur l'eau filtrée.
 - 5.2.2.1. Rejets calculés.
 - 5.2.2.2. Données brutes.
 - 5.2.3. Analyses sur l'eau brute.
 - 5.2.3.1. Rejets calculés.
 - 5.2.3.2. Données brutes.

- 5.3. Teneurs en azote.
 - 5.3.1. Rejets d'azote Kjeldahl.
 - 5.3.1.1. Teneurs en azote Kjeldahl de l'eau filtrée.
 - 5.3.1.2. Teneurs en azote Kjeldahl de l'eau brute.
 - 5.3.2. Azote minéral dissous.
 - 5.3.3. Azote particulaire.
- 5.4. Teneurs en phosphore.
 - 5.4.1. Phosphates.
 - 5.4.1.1. Rejets phosphatés.
 - 5.4.1.2. Données brutes.
 - 5.4.2. Phosphore.
 - 5.4.2.1. Rejets calculés.
 - 5.4.2.2. Données brutes.
 - 5.4.2.3. Courbes étalons.
- 5.5. Teneurs en carbone.
 - 5.5.1. Rejets carbonés.
 - 5.5.2. Dosages d'azote dissous.
 - 5.5.3. Carbone particulaire.

ANNEXE 6. Budget de l'étude.



Plan d'ensemble d'Extramer au 1/500.

LOTS	STOCK DEBUT			STOCK FIN			PERFORMANCES			MATS	VENTES	
	NOMBRE	P.M.	BIOMASSE	NOMBRE	P.M.	BIOMASSE	PATON %	QUANTITE	CROIS. %			MORT. %
13												
8			0	0								
Em. Q 7	45674	341	15575	45623	358	16333	0,26	1225	4,99	0,11	1,82	
TOTAL lots	45674	341	15575	45623	358	16333		1225	17,18	0,16		
230GT 2	28475	276	7859	28272	311	8793	0,65	1525	12,98	0,71	1,83	
230GT 4,1	9186	390	3031	0	0	0	0,32	290				890
23TG 3,1	5243	365	2279	3555	370	1315	0,82	590	1,87			3325 kg
23MG 4,1	22057	335	7389	21993	340	7478	0,47	1050	1,49	0,29	11,85	990 kg
23QG 3,1	22855	227	5188	22527	245	5542	0,93	1450	8,37	1,44	4,10	
TOTAL lot 23	88316	290	25746	79347	303	23127	0,63	4875	4,50			
28T 1,1	98159	211	20712	97845	250	24461	0,73	4550	18,48	0,32	1,21	
28Q 3,1	71884	169	12148	71719	193	13942	0,65	2375	14,20	0,23	1,40	
28FMD 5,3	42381	193	5637	42268	158	6578	0,83	1480	18,80	0,27	1,42	
TOTAL lot 28	212424	181	38497	211692	212	44981	0,73	8405	17,17	0,28	1,30	
33T 6	84230	132	11118	83795	165	13826	0,97	3250	25,00	0,52	1,5	
33Q 3,2	107771	100	10777	107451	121	13302	0,76	2450	21,00	0,30	1,10	
33Q 3,3	85748	82	7031	85587	94	8045	0,71	1500	14,63	0,19	1,43	
TOTAL lot 33	277749	104	29327	276833	126	34873	0,83	7200	20,95	0,33	1,21	
36T 3,1	63100	41	2587	62913	51	3209	1,10	850	24,39	0,30	1,37	
36Q 1,1	80667	33	2662	80278	39	3131	1,01	810	18,18	0,48	1,73	
TOTAL lot 36	143767	37	5249	143191	44	6339	1,05	1660	21,26	0,40	1,52	
39T 3,1	70807	90	2124	70574	37	2611	1,39	895	23,33	0,33	1,82	
39Q 1,1	75979	22	1672	75574	27	2040	1,29	645	22,73	0,53	1,75	
TOTAL lot 39 FMD	146786	28	3796	145148	32	4652	1,34	1530	23,09	0,43	1,78	
Lot 42 S.A.S	296765	4,20	1245	295219	6,1	1801	2,47	925	45,24	0,52	1,87	
TOTAL LOUPS	1211981	98	119036	1195193	111	132106	0,72	25820	14,60	0,41	1,49	
TURGEONS	564	2500	1410	564	2700	1523		815	8,00	0,00	7,23	

Annexe 1.3

Manque lot 13: 12559 pc
Manque lot 08: 283 pc

Stock poiss: 132106 kg
Aliment cons.: 25820 kg Cumul: 116022 kg
Nombre de morts: 4980 Cumul: 35459 kg
VENTES: 4287 kg Cumul: 35672 kg
PECHEs: 4306 kg Cumul: 65153 kg
PRODUCTION: 17375 kg
Croissance: 14,6 %
Indice: 1,49
Temperature: 17,6

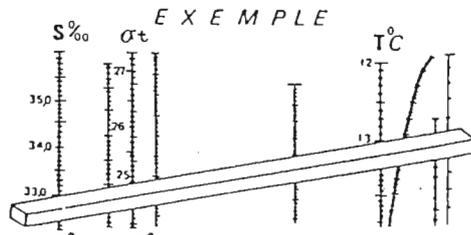
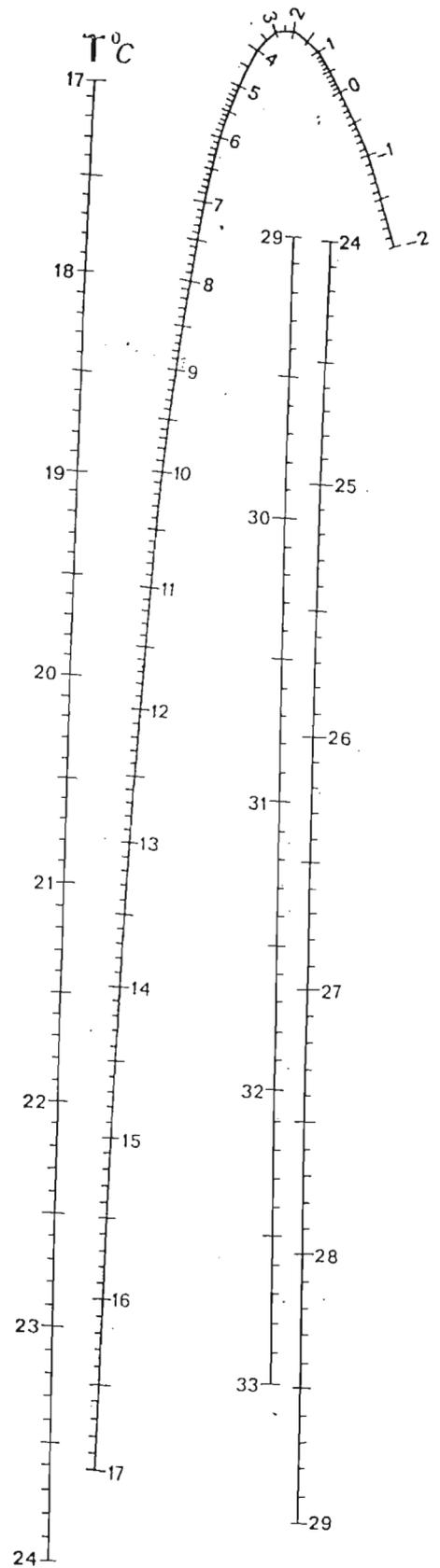
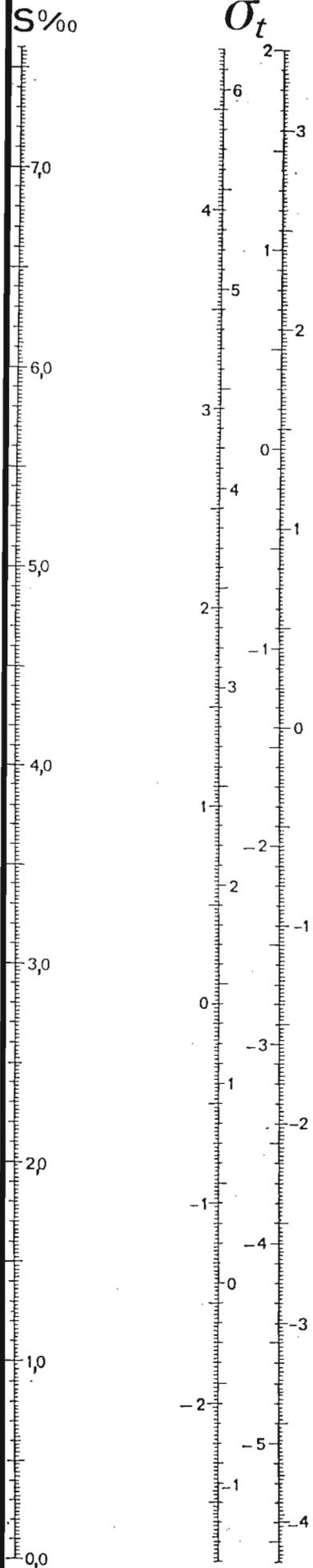
ANNEXES

PLANCHE 1

Salinité comprise entre

0,0 et 7,5‰

NOMOGRAMME
 POUR LA DÉTERMINATION
 DE LA
DENSITÉ DE L'EAU DE MER
 EN FONCTION
 DE LA
TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITE



Annexe 1.4.

La partie complète des salinités de 0 à 42,50‰ est couverte par 6 planches numérotées de 1 à 6 (0 à 7,5‰, 7 à 14,5‰ etc...)

Entrée

N° série	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	somme	moyenne
1	0,51	0,54	0,63	0,6	2,28	0,57
	22,4%	23,7%	27,6%	26,3%	100%	
2	0,62	0,66	0,64	0,62	2,54	0,64
	24,4%	26,0%	25,2%	24,4%	100%	
3	0,63	0,7	0,65	0,68	2,66	0,67
	23,7%	26,3%	24,4%	25,6%	100%	
moyenne	23,5%	25,3%	25,8%	25,4%	100,0%	

Sortie bassin

N° série	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	somme	moyenne
1	1,07	1,04	1,14	1,23	4,48	1,12
	23,9%	23,2%	25,4%	27,5%	100%	
2	1,6	1	1,04	1,08	4,72	1,18
	33,9%	21,2%	22,0%	22,9%	100%	
3	1,32	1,2	1,4	1,12	5,04	1,26
	26,2%	23,8%	27,8%	22,2%	100%	
moyenne	28,0%	22,7%	25,1%	24,2%	100,0%	

Sortie pisciculture

N° série	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	somme	moyenne
1	1,57	2,1	1,93	2,17	7,77	1,94
	20,2%	27,0%	24,8%	27,9%	100%	
2	1,77	2,27	2,53	1,9	8,47	2,12
	20,9%	26,8%	29,9%	22,4%	100%	
3	1,97	2,23	2,43	3,53	10,16	2,54
	19,4%	21,9%	23,9%	34,7%	100%	
moyenne	20,2%	25,3%	26,2%	28,4%	100,0%	

1ère ligne = MES (mg/l)

2e ligne = pourcentage de MES recueillies sur la somme des 4 points

Répartition spatiale des MES aux différents points de prélèvements.

ANNEXES

MINIMUM : -0.04 MAXIMUM : 0.04 INTERVALLE : 0.02

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

ASYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.00 PROBA = 0.9536
 PLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 1.82 PROBA = 0.3393

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

 RIEN

TABLEAU DES ECARTS-TYPES DES RESIDUS

 ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = FACTEUR 1

F 1 : 1 (N1) 2 (N2) 3 (N3) 4 (N4)
 0.02 0.04 0.04 0.02

KHI2 = 0.77 PROBA = 0.8574

 ECARTS-TYPES BLOCS = série

F 2 : 1 (B1) 2 (B2) 3 (B3)
 0.04 0.02 0.02

KHI2 = 1.03 PROBA = 0.6019

 INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.00 PROBA = 0.3951

 ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E
R.TOTALE	0.03	11	0.00			
R.FACTEUR 1	0.01	3	0.00	1.45	0.3187	
R.BLOCS	0.02	2	0.01	7.51	0.0238	
R.RESIDUELLE 1	0.01	6	0.00			0.

 TABLEAU DES MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 0.62

ANNEXES

***** A N A L Y S E D E V A R I A N C E *****

CHARACTERISTIQUES DU FICHIER : REPMES2
 TITRE : Sortie bassin

NOMBRE D' OBSERVATIONS : 12 NOMBRE DE VARIABLES : 3

***** NO ET NOMS DES VARIABLES *****

1.point / 2.série / 3. MES /

DISPOSITIF DE L'ESSAI : BLOC

FACTEUR 1 = 4 FACTEUR 1
 1 = FACT 1 NIV 1 (N1) 2 = FACT 1 NIV 2 (N2) 3 = FACT 1

FACTEUR 2 = 3 BLOCS
 1 = BLOC 1 (B1) 2 = BLOC 2 (B2) 3 = BLOC 3

1 VARIABLE(S) A ANALYSER

Une VARIABLE : (MES) MES

LISTE DES OBSERVATIONS ANALYSEES

* = donnée estimée

OBS. No	IDENT. No	PARC. No	F.1	F.2	VARIABLES	
					MES	
1	11	0	N1	B1	1.07	
2	12	0	N1	B2	1.60	
3	13	0	N1	B3	1.32	
4	21	0	N2	B1	1.04	
5	22	0	N2	B2	1.00	
6	23	0	N2	B3	1.20	
7	31	0	N3	B1	1.14	
8	32	0	N3	B2	1.04	
9	33	0	N3	B3	1.40	
10	41	0	N4	B1	1.23	
11	42	0	N4	B2	1.08	
12	43	0	N4	B3	1.12	

ANNEXES

SCE test de TUKEY = 0.00 PROBA = 0.7374

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E
VAR.TOTALE	0.35	11	0.03			
VAR.FACTEUR 1	0.10	3	0.03	0.99	0.4587	
VAR.BLOCS	0.04	2	0.02	0.58	0.5925	
VAR.RESIDUELLE 1	0.20	6	0.03			0.

TABLEAU DES MOYENNES

=====

MOYENNE GENERALE = 1.19

MOYENNES FACTEUR 1 = FACTEUR 1

F 1 :	1 (N1)	2 (N2)	3 (N3)	4 (N4)
	1.33	1.08	1.19	1.14

MOYENNES BLOCS = BLOCS

F 2 :	1 (B1)	2 (B2)	3 (B3)
	1.12	1.18	1.26

PUISSANCE DE L'ESSAI

=====

FACTEUR 1 : FACTEUR 1

ECARTS		RISQUE de 1ere ESPECE		
en %	V.Absolue	5%	10%	20%
5.00%	0.06	6%	11%	21%
10.00%	0.12	7%	14%	25%
Moyennes observées		PUISSANCE A PRIORI PUISSANCE A POSTERIORI 17% 28% 43%		

=====

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : MES (MES)

=====

HISTOGRAMME DES RESIDUS VARIABLE MES : MES

=====

5	I		11		
4	I	13	12		
3	I	31	21		
2	I	23	33	22	
1	I	42	41	32	43
	I	-----			

EFFECTIFS 2 4 5 1

BORNES -0.55 0.05 0.66
-0.25 0.35

MINIMUM : -0.55 MAXIMUM : 0.66 INTERVALLE : 0.30

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.12 PROBA = 0.5848
 APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 3.13 PROBA = 0.9162

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NEANT

TABLEAU DES ECARTS-TYPES DES RESIDUS

=====

ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = FACTEUR 1

F 1 :	1 (N1)	2 (N2)	3 (N3)	4 (N4)
	0.12	0.27	0.28	0.61

KHI2 = 3.90 PROBA = 0.2718

ECARTS-TYPES BLOCS = BLOCS

F 2 :	1 (B1)	2 (B2)	3 (B3)
	0.13	0.38	0.44

KHI2 = 3.28 PROBA = 0.1920

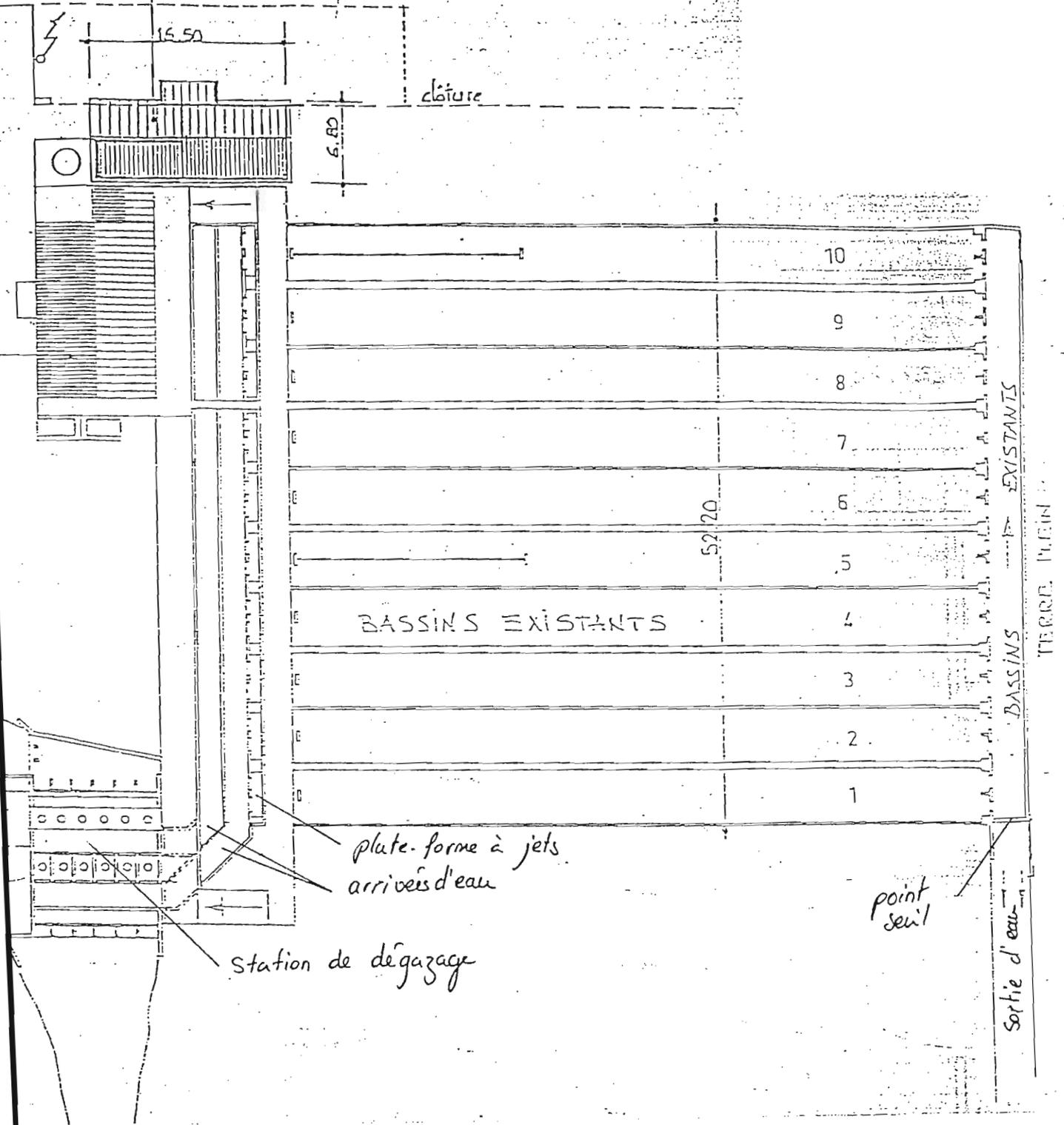
INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

Entrée bassin		Sortie bassin		Différence	
Heure	MES (mg/l)	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)	Heure	MES (mg/l)	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)
7h45	0,61	0,078	8h15	2,01	0,313
8h45	0,5	0,044	9h15	1,7	0,328
9h45	0,45	0,059	10h15	1,23	0,281
10h45	0,58	0,25	11h15	0,84	0,375
11h45	0,73	0,041	12h15	0,83	0,469
12h45	0,61	0,041	13h15	2,93	0,844
13h45	0,61	0,041	14h15	0,53	0,688
14h45	0,65	0,041	15h15	0,59	0,609
15h45	0,68	0,044	16h15	0,6	0,641
16h45	0,72	0,044	17h15	1,12	0,625
17h45	0,73	0,05	18h15	0,77	0,719
18h45	0,67	0,05	19h15	0,53	0,547
19h45	0,72	0,053	20h15	0,68	0,516
20h45	0,66	0,056	21h15	0,52	0,656
21h45	0,54	0,056	22h15	0,8	0,547
22h45	0,65	0,097	23h15	2,28	0,469
23h45	0,54	0,061	0h15	5,53	0,531
0h45	0,49	0,094	1h15	1,48	0,547
1h45	0,49	0,059	2h15	1,61	0,539
2h45	0,55	0,05	3h15	2,01	0,359
3h45	0,57	0,078	4h15	1,09	0,415
4h45	0,65	0,048	5h15	1,63	0,335
5h45	0,55	0,057	6h15	0,97	0,327
6h45	0,5	0,04	7h15	1,37	0,351
7h45	0,49	0,048	8h15	1,52	0,335
moyenne	0,60	0,06	moyenne	1,36	0,49
écart-type	0,09	0,04	écart-type	1,05	0,15
CV	14,4%	66,4%	CV	77,1%	30,5%
				MES valeurs lissées	
					0,235
					0,284
					0,222
					0,125
					0,428
					0,803
					0,647
					0,568
					0,597
					0,581
					0,669
					0,497
					0,463
					0,6
					0,491
					0,372
					0,47
					0,453
					0,48
					0,309
					0,337
					0,287
					0,27
					0,311
					0,287

Suivi sur 24 h de l'excrétion solide et de l'excrétion ammoniacale d'un lot de loups.

BATIMENT A CONSTRUIRE

FROID ET CONDITIONNEMENT



Plan d'ensemble d'Extramer au 1/500.

<i>Poisson (g)</i>	<i>Alimentation (pourcentage de biomasse par jour)</i>
0,05-0,5	6-8 %
1	3,4 %
3	3 %
8	2,45 %
11	2,25 %
15	1,95 %
25	1,55 %
35	1,25 %
60	1,1 %
100	0,95 %
170	0,75 %
240	0,6 %
300	0,5 %

Table de nourrissage du loup pour une température de 18 °C utilisée à Extramer.

LOTS	STOCK DEBUT			STOCK F.N			PERFORMANCES			MVTs	VENTES
	NOMSRE	P.M.	BIOMASSE	NOMBRE	P.M.	BIOMASSE	PATION %	QUANTITE	CROS. %		
18											
8			0	0							
Em. Q 7	45674	341	15575	45623	358	18333	0,26	1225	4,99	0,11	1,62
TOTAL lots	45674	341	15575	45623	358	18333		1225	17,18	0,16	
230QT 2	28475	276	7859	28272	311	8783	0,65	1525	12,58	0,71	1,63
230QT 4.1	9186	330	3031	0		0	0,32	230			
23TG 3.1	6243	365	2279	3555	370	1315	0,82	500	1,87		3325 kg
23MG 4.2	22057	335	7389	21998	340	7478	0,47	1050	1,49	0,23	11,85
230Q 3.2	22855	227	5188	22527	245	5542	0,93	1450	8,37	1,44	4,10
TOTAL lot 28	88816	230	25746	79347	303	23127	0,63	4375	4,50		
28T 1+2.2	98159	211	20712	97845	250	24461	0,73	4550	18,46	0,32	1,21
28Q 5.2	71884	169	12148	71719	193	13842	0,65	2375	14,20	0,23	1,40
28FMD 5.3	42381	133	5637	42268	158	6678	0,88	1430	18,80	0,27	1,42
TOTAL lot 28	212424	181	38497	211832	212	44381	0,73	8405	17,17	0,28	1,30
33T 6	84230	182	11118	83795	165	13826	0,97	3250	25,00	0,52	1,5
33Q 3.2	107771	100	10777	107451	121	13302	0,76	2450	21,00	0,30	1,10
33Q 3.3	85748	82	7031	85587	94	8045	0,71	1500	14,63	0,19	1,43
TOTAL lot 33	277749	104	28927	276833	126	34373	0,83	7200	20,95	0,33	1,21
36T 8.2	63100	41	2587	62913	51	3209	1,10	850	24,39	0,30	1,37
36Q No 115	80667	33	2852	80278	39	3131	1,01	810	18,18	0,48	1,73
TOTAL lot 36	143767	37	5249	143191	44	6339	1,05	1660	21,26	0,40	1,52
39T 5.2	70807	30	2124	70574	37	2811	1,39	885	23,33	0,33	1,82
39Q No 11A	75879	22	1672	75574	27	2040	1,29	645	22,73	0,53	1,75
TOTAL lot 39 FMD	146786	26	3796	146148	32	4852	1,34	1530	23,09	0,43	1,73
Lot 42 SA 5	236785	4,20	1246	235219	6,1	1801	2,47	925	45,24	0,52	1,67
TOTAL LOUPS	1211981	98	119036	1196193	111	132106	0,72	25820	14,60	0,41	1,49
TURGEONS	564	2500	1410	564	2700	1523		815	8,00	0,00	7,23

Annexe 1.3

Manque lot 13: 12559 pc
 Manque lot 08: 283 pc
 Stock poiss: 132106 kg
 Aliment cons.: 25820 kg
 Nombre de morts: 4980
 VENTES: 4287 kg
 PECHES: 4305 kg
 PRODUCTION: 17375 kg
 Croissance: 14,6 %
 Indice: 1,49
 Temperature: 17,6
 Cumul: 116022 kg
 Cumul: 35459 kg
 Cumul: 35672 kg
 Cumul: 65153 kg

JUIN 94

LOTS	STOCK DEBUT		STOCK FIN		PERFORMANCES			VARIATIONS	VENTES	
	NOMBRE	P.M. BIOMASSE	NOMBRE	P.M. BIOMASSE	RATON %	QUANTITE	COIS. %			MORT. %
13										
8										
Em. Q. 7	45823	358	22708	350	0,09	430	2,23	50,23	-0,05	3424 kg, 1-10 21/07
TOTAL lots	46823	358	22708	350		430	17,18	0,16		
280QT 2	28272	311	28046	342	0,45	1200	9,97	0,80	1,50	7895 kg, 1-22/07
231Q 9.1	3555	370	0	0	0,00	0				1020
28MO 4.1	21988	340	21867	385	0,57	1285	18,24	0,57	1,37	
290Q 3.2	22527	246	22304	279	0,77	1275	13,41	0,99	1,87	
TOTAL lot 28	78347	808	72217	886	0,54	3760	10,78			
28T 1+2.2	97845	250	97338	278	0,61	4500	11,20	0,56	1,74	
28Q 9.4	71719	193	71091	225	0,66	2725	16,58	0,88	1,27	
28FMD 4.2	42268	158	42036	180	0,80	1200	13,92	0,55	1,35	
TOTAL lot 28	211892	212	210420	241	0,62	8425	19,27	0,67	1,50	
38T 6	83795	165	83401	171	0,62	2580	3,64	0,47	5,98	
38Q 8.2	107451	121	107191	138	0,72	2825	14,05	0,21	1,58	
38Q 3.3	85587	94	85323	115	0,87	2100	22,34	0,31	1,19	Esturgeons: 30,75 kg
TOTAL lot 38	276833	126	275915	141	0,72	7505	11,82	0,33	1,88	
38T 8.1	62913	51	62884	64	1,25	1200	25,49	0,13	1,48	Variations Lot 28: 1910 pc
38Q No 3	80278	39	79787	45	0,81	765	15,32	0,61	1,66	
TOTAL lot 38	143191	44	142621	53	1,03	1965	20,55	0,40	1,54	
39T 5.2	70574	37	70279	48	1,02	800	29,73	0,42	1,05	Stock poiss: 188808 kg
39Q No 2	75574	27	75171	34	0,98	800	25,93	0,53	1,16	Aliment cons.: 24725 kg Cumul: 140747 kg
TOTAL lot 39 FMD	146148	32	145450	41	1,00	1400	28,07	0,49	1,10	Nombre de morts: 6955
										VENTES: 9600 kg Cumul: 45069 kg
Lot 42 SA+	295219	6,10	294728	8,2	1,97	1065	34,43	0,17	1,73	PECHES: 9792 kg Cumul: 45464 kg
Lot 46 No 1 B	150000	1,50	149500	3,3		175	120,00	0,33	0,65	
TOTAL LOUPS	1195193	111	132106	105	0,62	24725	11,96	0,58	1,56	PRODUCTION: 15784 kg Cumul: 80947 kg
ESTURGEONS	564	2700	564	2700		815	0,00	0,00	-30,19	Croissance: 11,96% Indices: 1,56 Cumul: 1,73 Température: 18'2

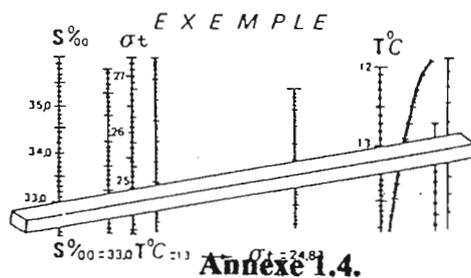
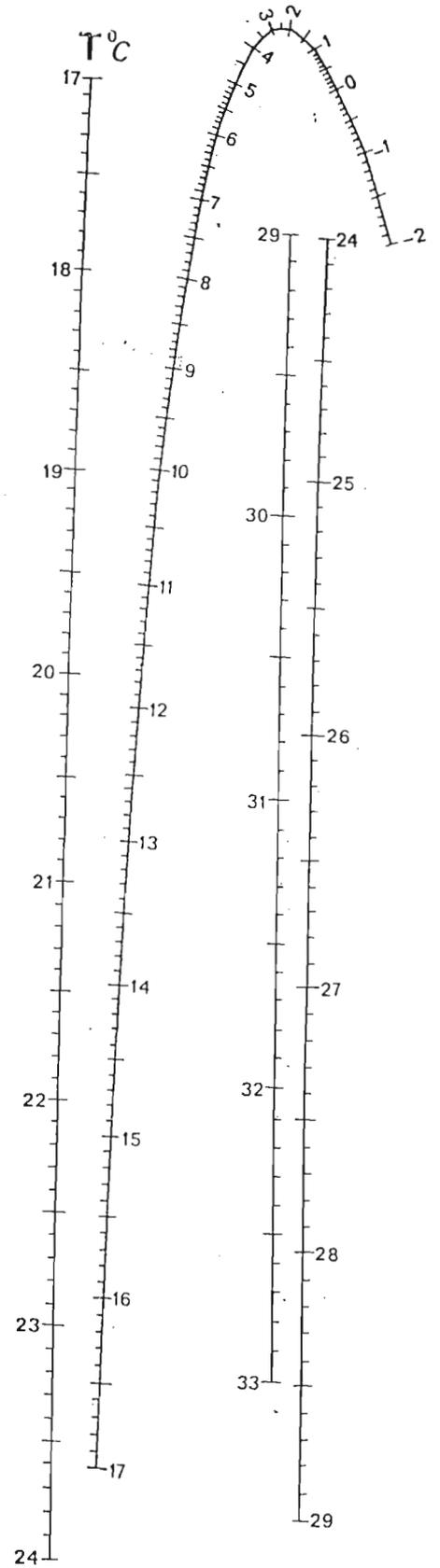
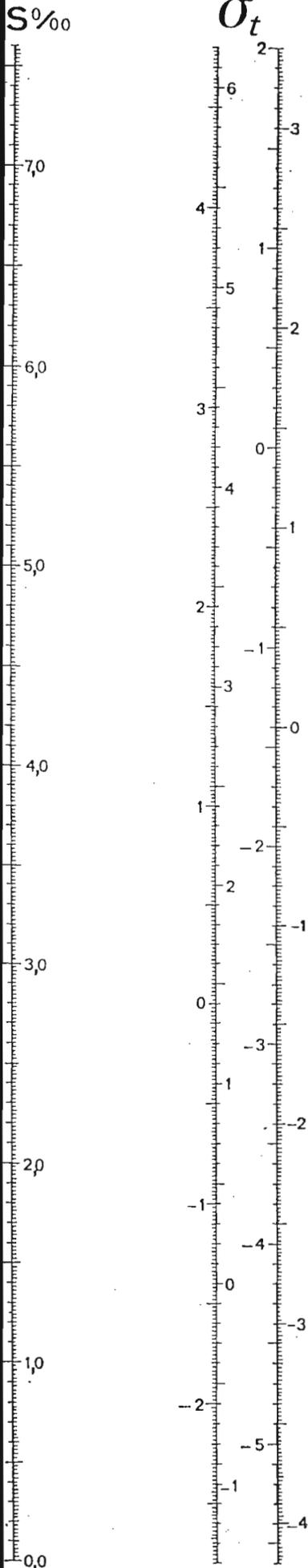
ANNEXES

PLANCHE 1

Salinité comprise entre

0,0 et 7,5‰

NOMOGRAMME
 POUR LA DÉTERMINATION
 DE LA
DENSITÉ DE L'EAU DE MER
 EN FONCTION
 DE LA
TEMPÉRATURE ET DE LA SALINITE



Annexe 1.4.

La complète des salinités de 0 à 42,50‰ est couverte par 6 planches numérotées de 1 à 6 (0 à 7,5‰, 7 à 14,5‰ etc...)

Entrée

N° série	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	somme	moyenne
1	0,51	0,54	0,63	0,6	2,28	0,57
	22,4%	23,7%	27,6%	26,3%	100%	
2	0,62	0,66	0,64	0,62	2,54	0,64
	24,4%	26,0%	25,2%	24,4%	100%	
3	0,63	0,7	0,65	0,68	2,66	0,67
	23,7%	26,3%	24,4%	25,6%	100%	
moyenne	23,5%	25,3%	25,8%	25,4%	100,0%	

Sortie bassin

N° série	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	somme	moyenne
1	1,07	1,04	1,14	1,23	4,48	1,12
	23,9%	23,2%	25,4%	27,5%	100%	
2	1,6	1	1,04	1,08	4,72	1,18
	33,9%	21,2%	22,0%	22,9%	100%	
3	1,32	1,2	1,4	1,12	5,04	1,26
	26,2%	23,8%	27,8%	22,2%	100%	
moyenne	28,0%	22,7%	25,1%	24,2%	100,0%	

Sortie pisciculture

N° série	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	somme	moyenne
1	1,57	2,1	1,93	2,17	7,77	1,94
	20,2%	27,0%	24,8%	27,9%	100%	
2	1,77	2,27	2,53	1,9	8,47	2,12
	20,9%	26,8%	29,9%	22,4%	100%	
3	1,97	2,23	2,43	3,53	10,16	2,54
	19,4%	21,9%	23,9%	34,7%	100%	
moyenne	20,2%	25,3%	26,2%	28,4%	100,0%	

1ère ligne = MES (mg/l)

2e ligne = pourcentage de MES recueillies sur la somme des 4 points

Répartition spatiale des MES aux différents points de prélèvements.

ANNEXES

***** A N A L Y S E D E V A R I A N C E *****

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : REPMES1
 TITRE : Entrée pisciculture

NOMBRE D' OBSERVATIONS : 12 NOMBRE DE VARIABLES : 3

***** NO ET NOMS DES VARIABLES *****

1.point / 2. bloc / 3.M.E.S /

DISPOSITIF DE L'ESSAI : BLOC

```

=====
FACTEUR 1 = 4 FACTEUR 1
          1 = FACT 1 NIV 1 (N1 )           2 = FACT 1 NIV 2 (N2 )           3 = FACT
FACTEUR 2 = 3 série
          1 = BLOC 1 (B1 )                 2 = BLOC 2 (B2 )                 3 = BLOC
  
```

1 VARIABLE(S) A ANALYSER

1re VARIABLE : (M.E.S) M.E.S

=====

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : M.E.S (M.E.S)

=====

HISTOGRAMME DES RESIDUS VARIABLE M.E.S : M.E.S

```

=====
      5 I           12
      4 I  11       13
      3 I  21       22
      2 I  33       41  23
      1 I  42  32  43  31
      I-----
EFFECTIFS  4    1    5    2
BORNES   -0.04    0.00    0.04
          -0.02    0.02
  
```

ANNEXES

MINIMUM : -0.04 MAXIMUM : 0.04 INTERVALLE : 0.02

INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

SYMMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.00 PROBA = 0.9536
 PLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 1.82 PROBA = 0.3393

RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NEANT

TABLEAU DES ECARTS-TYPES DES RESIDUS

CARTS-TYPES FACTEUR 1 = FACTEUR 1

F 1 : 1 (N1) 2 (N2) 3 (N3) 4 (N4)
 0.02 0.04 0.04 0.02

KHI2 = 0.77 PROBA = 0.8574

CARTS-TYPES BLOCS = série

F 2 : 1 (B1) 2 (B2) 3 (B3)
 0.04 0.02 0.02

KHI2 = 1.03 PROBA = 0.6019

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.00 PROBA = 0.3951

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E
VAR.TOTALE	0.03	11	0.00			
VAR.FACTEUR 1	0.01	3	0.00	1.45	0.3187	
VAR.BLOCS	0.02	2	0.01	7.51	0.0238	
VAR.RESIDUELLE 1	0.01	6	0.00			0.

TABLEAU DES MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 0.62

MOYENNES FACTEUR 1 = FACTEUR 1

 F 1 : 1 (N1) 2 (N2) 3 (N3) 4 (N4)
 0.59 0.63 0.64 0.63

MOYENNES BLOCS = série

 F 2 : 1 (B1) 2 (B2) 3 (B3)
 0.57 0.63 0.66

PUISSANCE DE L'ESSAI

=====

FACTEUR 1 : FACTEUR 1

ECARTS		RISQUE de 1ere ESPECE		
en %	V.Absolue	5%	10%	20%
5.00%	0.03	PUISSANCE A PRIORI		
10.00%	0.06	9%	17%	30%
		23%	36%	61%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		22%	35%	60%

ANNEXES

***** A N A L Y S E D E V A R I A N C E *****

CHARACTERISTIQUES DU FICHIER : REPMES2
 TITRE : Sortie bassin

NOMBRE D' OBSERVATIONS : 12 NOMBRE DE VARIABLES : 3

***** NO ET NOMS DES VARIABLES *****

1.point / 2.série / 3. MES /

DISPOSITIF DE L'ESSAI : BLOC

FACTEUR 1 = 4 FACTEUR 1
 1 = FACT 1 NIV 1 (N1) 2 = FACT 1 NIV 2 (N2) 3 = FACT 1

FACTEUR 2 = 3 BLOCS
 1 = BLOC 1 (B1) 2 = BLOC 2 (B2) 3 = BLOC 3

1 VARIABLE(S) A ANALYSER

Une VARIABLE : (MES) MES

LISTE DES OBSERVATIONS ANALYSEES

* = donnée estimée

OBS. No	IDENT. No	PARC. No	F.1	F.2	----- VARIABLES -----	
					MES	
1	11	0	N1	B1	1.07	
2	12	0	N1	B2	1.60	
3	13	0	N1	B3	1.32	
4	21	0	N2	B1	1.04	
5	22	0	N2	B2	1.00	
6	23	0	N2	B3	1.20	
7	31	0	N3	B1	1.14	
8	32	0	N3	B2	1.04	
9	33	0	N3	B3	1.40	
10	41	0	N4	B1	1.23	
11	42	0	N4	B2	1.08	
12	43	0	N4	B3	1.12	

=====
 ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : MES (MES)
 =====

 HISTOGRAMME DES RESIDUS VARIABLE MES : MES
 =====

4	I	11	21		
3	I	13	22	23	
2	I	32	31	33	
1	I	43	42	41	12
	I	-----			

EFFECTIFS 4 4 3 1

 BORNES -0.19 0.04 0.28
 -0.08 0.16

MINIMUM : -0.19 MAXIMUM : 0.28 INTERVALLE : 0.12

 INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

 SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.31 PROBA = 0.3838
 APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.51 PROBA = 0.6919

 RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NEANT

 TABLEAU DES ECARTS-TYPES DES RESIDUS
 =====

 ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = FACTEUR 1

F 1 :	1 (N1)	2 (N2)	3 (N3)	4 (N4)
	0.25	0.06	0.14	0.13

KHI2 = 2.60 PROBA = 0.4592

 ECARTS-TYPES BLOCS = BLOCS

F 2 :	1 (B1)	2 (B2)	3 (B3)
	0.14	0.19	0.11

KHI2 = 0.74 PROBA = 0.6946

 INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS
 =====

ANNEXES

SCE test de TUKEY = 0.00 PROBA = 0.7374

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E
VAR.TOTALE	0.35	11	0.03			
VAR.FACTEUR 1	0.10	3	0.03	0.99	0.4587	
VAR.BLOCS	0.04	2	0.02	0.58	0.5925	
VAR.RESIDUELLE 1	0.20	6	0.03			0.

TABLEAU DES MOYENNES

=====

MOYENNE GENERALE = 1.19

MOYENNES FACTEUR 1 = FACTEUR 1

F 1 :	1 (N1)	2 (N2)	3 (N3)	4 (N4)
	1.33	1.08	1.19	1.14

MOYENNES BLOCS = BLOCS

F 2 :	1 (B1)	2 (B2)	3 (B3)
	1.12	1.18	1.26

PUISSANCE DE L'ESSAI

=====

FACTEUR 1 : FACTEUR 1

ECARTS		RISQUE de 1ere ESPECE		
en %	V.Absolue	5%	10%	20%
5.00%	0.06	6%	11%	21%
10.00%	0.12	7%	14%	25%
Moyennes observées		PUISSANCE A POSTERIORI		
		17%	28%	43%

ANNEXES

***** ANALYSE DE VARIANCE *****

CARACTERISTIQUES DU FICHIER : REPMES3
 TITRE : Sortie pisciculture

NOMBRE D' OBSERVATIONS : 12 NOMBRE DE VARIABLES : 3

***** NO ET NOMS DES VARIABLES *****

1.point / 2.série / 3. MES /

DISPOSITIF DE L'ESSAI : BLOC

=====

FACTEUR 1 = 4 FACTEUR 1
 1 = FACT 1 NIV 1 (N1) 2 = FACT 1 NIV 2 (N2) 3 = FACT

FACTEUR 2 = 3 BLOCS
 1 = BLOC 1 (B1) 2 = BLOC 2 (B2) 3 = BLOC

1 VARIABLE(S) A ANALYSER

=====

1re VARIABLE : (MES) MES

LISTE DES OBSERVATIONS ANALYSEES

* = donnée estimée

OBS.	IDENT.	PARC.	F.1	F.2	VARIABLES
No	No	No			MES
1	11	0	N1	B1	1.57
2	12	0	N1	B2	1.77
3	13	0	N1	B3	1.97
4	21	0	N2	B1	2.10
5	22	0	N2	B2	2.27
6	23	0	N2	B3	2.23
7	31	0	N3	B1	1.93
8	32	0	N3	B2	2.53
9	33	0	N3	B3	2.43
10	41	0	N4	B1	2.17
11	42	0	N4	B2	1.90
12	43	0	N4	B3	3.53

=====
 ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : MES (MES)
 =====

 HISTOGRAMME DES RESIDUS VARIABLE MES : MES
 =====

5	I			11	
4	I		13	12	
3	I		31	21	
2	I	23	33	22	
1	I	42	41	32	43

I-----

EFFECTIFS 2 4 5 1

 BORNES -0.55 0.05 0.66
 -0.25 0.35

MINIMUM : -0.55 MAXIMUM : 0.66 INTERVALLE : 0.30

 INDICES DE NORMALITE (coefficients de K.PEARSON)

 SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.12 PROBA = 0.5848
 APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 3.13 PROBA = 0.9162

 RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)

NEANT

 TABLEAU DES ECARTS-TYPES DES RESIDUS
 =====

 ECARTS-TYPES FACTEUR 1 = FACTEUR 1

F 1 :	1 (N1)	2 (N2)	3 (N3)	4 (N4)
	0.12	0.27	0.28	0.61

KHI2 = 3.90 PROBA = 0.2718

 ECARTS-TYPES BLOCS = BLOCS

F 2 :	1 (B1)	2 (B2)	3 (B3)
	0.13	0.38	0.44

KHI2 = 3.28 PROBA = 0.1920

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

=====

ANNEXES

SCE test de TUKEY = 0.26 PROBA = 0.2646

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	CARRES MOYENS	TEST F	PROBA	E
VAR.TOTALE	2.74	11	0.25			
VAR.FACTEUR 1	0.92	3	0.31	1.71	0.2642	
VAR.BLOCS	0.75	2	0.38	2.11	0.2021	
VAR.RESIDUELLE 1	1.07	6	0.18			0.

TABLEAU DES MOYENNES

=====

MOYENNE GENERALE = 2.20

MOYENNES FACTEUR 1 = FACTEUR 1

F 1 :	1 (N1)	2 (N2)	3 (N3)	4 (N4)
	1.77	2.20	2.30	2.53

MOYENNES BLOCS = BLOCS

F 2 :	1 (B1)	2 (B2)	3 (B3)
	1.94	2.12	2.54

PUISSANCE DE L'ESSAI

=====

FACTEUR 1 : FACTEUR 1

ECARTS		RISQUE de 1ere ESPECE		
en %	V.Absolue	5%	10%	20%
5.00%	0.11	PUISSANCE A PRIORI		
10.00%	0.22	5%	11%	21%
		6%	12%	23%
		PUISSANCE A POSTERIORI		
Moyennes observées		25%	38%	63%

Entrée bassin		Sortie bassin		Différence	
Heure	MES (mg/l)	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)	Heure	MES (mg/l)	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)
7h45	0,61	0,078	8h15	2,62	0,313
8h45	0,5	0,044	9h15	2,2	0,328
9h45	0,45	0,059	10h15	1,68	0,281
10h45	0,58	0,25	11h15	1,42	0,375
11h45	0,73	0,041	12h15	1,56	0,469
12h45	0,61	0,041	13h15	3,54	0,844
13h45	0,61	0,041	14h15	1,14	0,688
14h45	0,65	0,041	15h15	1,24	0,609
15h45	0,68	0,044	16h15	1,28	0,641
16h45	0,72	0,044	17h15	1,84	0,625
17h45	0,73	0,05	18h15	1,5	0,719
18h45	0,67	0,05	19h15	1,2	0,547
19h45	0,72	0,053	20h15	1,4	0,516
20h45	0,66	0,056	21h15	1,18	0,656
21h45	0,54	0,056	22h15	1,34	0,547
22h45	0,65	0,097	23h15	6,18	0,469
23h45	0,54	0,061	0h15	2,02	0,531
1h45	0,49	0,094	1h15	2,32	0,547
1h45	0,49	0,059	2h15	2,1	0,539
2h45	0,55	0,05	3h15	2,56	0,359
3h45	0,57	0,078	4h15	1,66	0,415
4h45	0,65	0,048	5h15	2,28	0,335
5h45	0,55	0,057	6h15	1,52	0,327
6h45	0,5	0,04	7h15	2,02	0,351
7h45	0,49	0,048	8h15	1,34	0,335
moyenne	0,60	0,06	moyenne	1,97	0,49
écart-type	0,09	0,04	écart-type	1,05	0,15
CV	14,4%	66,4%	CV	53,3%	30,5%
			MES (mg/l)	MES (mg/l)	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)
			valeurs lissées	Heure	Heure
				8	8
				9	9
				10	10
				11	11
				12	12
				13	13
				14	14
				15	15
				16	16
				17	17
				18	18
				19	19
				20	20
				21	21
				22	22
				23	23
				24	24
				1	1
				2	2
				3	3
				4	4
				5	5
				6	6
				7	7
				8	8
				moyenne	moyenne
				écart-type	écart-type
				CV	CV
				1,36	1,37
				0,63	1,05
				46,5%	77,1%
					38,4%

Suivi sur 24 h de l'excrétion solide et de l'excrétion ammoniacale d'un lot de loups.

	N° échantillon	TC (mg/l)	IC (mg/l)	TOC (mg/l)
Avant	1	<i>53,64</i>	<i>48,65</i>	<i>4,99</i>
	2	48,40	47,99	0,41
	3	48,64	48,08	0,56
	4	49,31	48,24	1,07
	moyenne	48,78	48,10	0,68
	écart-type	0,47	0,13	0,35
	coef de variation	1%	0%	51%
Après	5	48,86	47,72	1,14
	6	<i>55,74</i>	<i>49,90</i>	<i>5,84</i>
	7	48,24	47,82	0,42
	8	48,31	47,75	0,56
	moyenne	48,47	47,76	0,71
	écart-type	0,34	0,05	0,38
	coef de variation	1%	0%	54%

les valeurs en italique sont aberrantes et non prises en compte

valeur 1	0,46	-0,27	0,73
valeur 2	-0,40	-0,26	-0,14
valeur 3	-1,00	-0,49	-0,51

Différence (sortie-entrée)

	TC (mg/l)	IC (mg/l)	TOC (mg/l)
valeur 1	0,95	-0,56	178,05
valeur 2	-0,82	-0,54	-25,00
valeur 3	-2,03	-1,02	-47,66
moyenne	-0,63	-0,71	35,13
écart-type	1,50	0,27	124,29

Différence sur valeur entrée (en %)

Effet des plates-formes à jets sur le carbone.

Lot	Poids moyen (g)	Matière sèche (g/kg MB)	Matière minérale		N-total (g/kg MS)	P-total (g/kg MS)	C total* (g/kg MS)			
			(g/kg MS)	(g/kg MB)						
Ale 08.06	1,5	43,42	16,93	7,35	41,32	17,94	28,48	180,99	12,37	78,59
39 29.04	22	33,56	11,33	3,80	32,87	11,03	18,79	152,01	6,31	51,02
39 01.06	27	34,70	10,81	3,75	33,98	11,79	18,79	160,22	6,52	55,60
36 01.06	51	34,66	10,54	3,65	33,65	11,66	18,13	161,40	6,28	55,93
36 01.07	64	35,42	9,75	3,45	35,10	12,43	17,96	157,81	6,36	55,89
33 29.04	132	40,58	8,74	3,55	38,87	15,78	15,66	178,28	6,36	72,35
33 01.06	165	37,84	8,91	3,37	37,19	14,07	15,16	179,90	5,74	68,07
23 08.06	340	40,26	7,78	3,13	39,67	15,97	14,11	191,07	5,68	76,92
23 01.07	385	38,10	10,39	3,96	37,79	14,40	18,15	171,37	6,92	65,30
moyenne	-	37,6	10,6	4,0	36,7	13,9	18,4	170,3	6,9	64,4
écart-type	-	3,1	2,5	1,2	2,8	2,2	3,9	12,4	1,9	9,6
CV	-	8,3	23,5	30,1	7,6	16,0	21,4	7,3	28,0	15,0
tot 29.04	-	38,95	9,24	3,60	36,16	14,08	16,59	186,96	6,46	72,82
tot 01.07	-	38,74	9,92	3,84	38,08	14,75	17,40	186,70	6,74	72,32

MB = matière brute ou poids vif, MS = matière sèche

* = résultat de la moyenne entre carbone organique et carbone total

Synthèse des résultats d'analyses réalisées sur le poisson.

Code	P1 (g)	P2 (g)	P3 (g)	P5 (g)	P6 (g)
39 29.04	1932,00	1757,80	321,00	100,11	0,00
33 29.04	2131,00	1997,90	210,90	77,53	5,98
tot 29.04	5764,00	5490,50	230,72	86,29	5,48
39 01.06	1532,00	1507,60	203,33	70,91	0,00
36 01.06	1459,00	1412,00	215,72	69,93	4,45
33 01.06	1353,00	1329,00	220,58	78,65	4,68
23 08.06	2005,00	1975,00	195,46	72,93	5,65
Ale 08.06	106,86	100,70	57,00	23,67	0,80
36 01.07	1628,00	1596,00	321,00	112,45	0,00
23 01.07	1480,00	1464,00	300,00	114,03	0,00
tot 01.07	4955,00	4843,00	198,34	76,39	0,00

P1 = poids total frais pêché
P2 = poids après broyage Hobart
P3 = Poids avant pacossage
P5 = poids pacossé et lyophilisé
P6 = poids sec du reliquat non pacossé du bol

Pesées aux différents stades de la préparation du poisson.

	MS	Mmin
Ale	43,42	7,35
39	33,56	3,80
39	34,70	3,75
36	34,66	3,65
36	35,42	3,45
33	40,58	3,55
33	37,84	3,37
23	40,26	3,13
23	38,10	3,96
tot	38,95	3,60
tot	38,74	3,84

**Taux de matière sèche et de
matières minérales réels
(en % du poids brut)**

Résultats d'analyses de poids sec et matières minérales sur le poisson

	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	après traitement (g)	Poids sec (%)
Poids sec	39 29.04						
	valeur 1	1,3390	4,2014	2,8624	4,1487	2,8097	98,16
	valeur 2	1,2613	4,8989	3,6376	4,8195	3,5582	97,82
	valeur 3	1,2208	4,2690	3,0482	4,2013	2,9805	97,78
	moyenne						97,92
	écart-type						0,21
Mmin	39 29.04						
	valeur 1	19,0328	20,0392	1,0064	19,1425	0,1097	10,90
	valeur 2	22,6880	24,1421	1,4541	22,8551	0,1671	11,49
	valeur 3	20,7535	21,9236	1,1701	20,8811	0,1276	10,91
	moyenne						11,10
	écart-type						0,34
Poids sec	33 29.04						
	valeur 1	0,9730	4,3351	3,3621	4,1974	3,2244	95,90
	valeur 2	1,0090	3,7961	2,7871	3,6771	2,6681	95,73
	valeur 3	1,1384	4,1204	2,9820	3,9929	2,8545	95,72
	moyenne						95,79
	écart-type						0,10
Mmin	33 29.04						
	valeur 1	21,5992	23,1055	1,5063	21,7263	0,1271	8,44
	valeur 2	23,2951	24,6418	1,3467	23,4087	0,1136	8,44
	valeur 3	23,2013	24,6135	1,4122	23,3189	0,1176	8,33
	moyenne						8,40
	écart-type						0,06
Poids sec	tot 29.04						
	valeur 1	1,1610	4,6746	3,5136	4,4243	3,2633	92,88
	valeur 2	1,1687	5,2452	4,0765	4,9521	3,7834	92,81
	valeur 3	1,1048	3,4750	2,3702	3,3057	2,2009	92,86
	moyenne						92,85
	écart-type						0,03

	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	Poids sec (%)
Mmin	tot 29.04					
	valeur 1	19,8839	20,9712	1,0873	19,9784	8,69
	valeur 2	21,4030	22,6708	1,2678	21,5122	8,61
	valeur 3	21,9970	23,1324	1,1354	22,0940	8,54
	moyenne écart-type					8,62 0,07
Poids sec	39 01.06					
	valeur 1	1,0361	3,1673	2,1312	3,1234	97,94
	valeur 2	1,2014	4,1982	2,9968	4,1361	97,93
	valeur 3	1,2464	3,6865	2,4401	3,6347	97,88
	moyenne écart-type					97,92 0,03
Mmin	39 01.06					
	valeur 1	23,2018	24,1293	0,9275	23,2984	10,42
	valeur 2	21,1825	22,3255	1,1430	21,3000	10,28
	valeur 3	23,5670	24,9051	1,3381	23,7148	11,05
	moyenne écart-type					10,58 0,41
Poids sec	36 01.06					
	valeur 1	1,0127	3,5568	2,5441	3,4532	95,93
	valeur 2	-	-	-	-	-
	valeur 3	1,2304	4,0181	2,7877	3,9698	98,27
	moyenne écart-type					97,10 1,65
Mmin	36 01.06					
	valeur 1	22,6881	23,8235	1,1354	22,8058	10,37
	valeur 2	19,1036	20,5004	1,3968	19,2459	10,19
	valeur 3	23,7401	25,1711	1,4310	23,8861	10,20
	moyenne écart-type					10,25 0,10

	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	Poids sec (%)	
Poids sec						Traitement vit
Code						
33 01.06						
valeur 1	1,1975	3,9802	2,7827	3,9307	2,7332	98,22
valeur 2	1,1682	4,0168	2,8486	3,9701	2,8019	98,36
valeur 3	0,9123	3,6262	2,7139	3,5798	2,6675	98,29
moyenne						98,29
écart-type						0,07
Mmin						
valeur 1	20,7538	21,5398	0,7860	20,8244	0,0706	8,98
valeur 2	19,8847	20,8726	0,9879	19,9710	0,0863	8,74
valeur 3	22,5744	23,6120	1,0376	22,6634	0,0890	8,58
moyenne						8,77
écart-type						0,20
						Poids sec (%)
Code						
23 08.06						
valeur 1	1,2482	4,5656	3,3174	4,5153	3,2671	98,48
valeur 2	1,3162	4,4320	3,1158	4,3860	3,0698	98,52
valeur 3	1,0808	3,8054	2,7246	3,7676	2,6868	98,61
moyenne						98,54
écart-type						0,07
Mmin						
valeur 1	21,9977	23,4748	1,4771	22,1090	0,1113	7,54
valeur 2	22,1552	23,7808	1,6256	22,2775	0,1223	7,52
valeur 3	23,8454	24,9186	1,0732	23,9308	0,0854	7,96
moyenne						7,67
écart-type						0,25
						Poids sec (%)
Code						
Ale 08.06						
valeur 1	1,3002	3,3013	2,0011	3,2054	1,9052	95,21
valeur 2	0,9901	2,4792	1,4891	2,4070	1,4169	95,15
valeur 3	1,2206	3,2225	2,0019	3,1244	1,9038	95,10
moyenne						95,15
écart-type						0,05

	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	Poids sec (%)
Mmin	Ale 08.06					
	valeur 1	22,6891	23,3738	0,6847	22,7990	0,1099
	valeur 2	19,8848	20,5808	0,6960	19,9968	0,1120
	valeur 3	20,7538	21,4564	0,7026	20,8680	0,1142
	moyenne					16,05
	écart-type					16,09
Poids sec	36 01.07					16,25
	valeur 1	1,1974	3,8411	2,6437	3,8194	16,13
	valeur 2	1,3673	5,3679	4,0006	5,3313	0,11
	valeur 3	0,8683	6,6850	5,8167	6,6312	99,18
	moyenne					99,09
	écart-type					99,08
Mmin	36 01.07					99,11
	valeur 1	21,4039	23,1350	1,7311	21,5747	0,06
	valeur 2	23,2956	24,6513	1,3557	23,4262	9,87
	valeur 3	19,0332	20,4984	1,4652	19,1723	9,63
	moyenne					9,49
	écart-type					9,66
Poids sec	23 01.07					0,19
	valeur 1	1,2659	6,3950	5,1291	6,3519	5,0860
	valeur 2	1,0409	3,9412	2,9003	3,9182	2,8773
	valeur 3	1,1010	4,2374	3,1364	4,2099	3,1089
	moyenne					99,16
	écart-type					99,21
Mmin	23 01.07					99,12
	valeur 1	19,1037	20,4346	1,3309	19,2450	99,16
	valeur 2	23,7401	25,0676	1,3275	23,8802	0,04
	valeur 3	22,5754	23,7732	1,1978	22,6919	10,62
	moyenne					10,55
	écart-type					9,73
						10,30
						0,50

	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	Poids sec (%)
Poids sec	tot 01.07					
	valeur 1	1,4125	4,7843	3,3718	4,7283	98,34
	valeur 2	1,1347	3,6999	2,5652	3,6560	98,29
	valeur 3	1,2360	3,1419	1,9059	3,1091	98,28
	moyenne					98,30
	écart-type					0,03
Mmin	tot 01.07					
	valeur 1	22,3099	23,7020	1,3921	22,4503	10,09
	valeur 2	22,9736	24,6049	1,6313	23,1343	9,85
	valeur 3	21,5994	22,8241	1,2247	21,7136	9,32
	moyenne					9,75
	écart-type					0,39

Code	valeur 1 (% P/kg MB)	valeur 2 (% P/kg MB)	valeur 3 (% P/kg MB)	moyenne (% P/kg MB)	écart-type	CV
39 29.04	1,82	1,91	1,78	1,84	0,07	3,6%
33 29.04	1,47	1,52	1,52	1,50	0,03	1,9%
tot 29.04	1,53	1,52	1,56	1,54	0,02	1,4%
39 01.06	1,82	1,71	1,99	1,84	0,14	7,7%
36 01.06	1,77	1,74	1,76	1,76	0,02	0,9%
33 01.06	1,54	1,41	1,52	1,49	0,07	4,7%
23 08.06	1,44	1,42	1,32	1,39	0,06	4,6%
Ale 08.06	2,71			2,71		
36 01.07	1,8	1,81	1,74	1,78	0,04	2,1%
23 01.07	1,78	1,81	1,82	1,80	0,02	1,2%
tot 01.07	1,81	1,64	1,69	1,71	0,09	5,1%

MB = poisson traité

Teneurs en phosphore des échantillons de poisson broyé et lyophilisé.

Code échantillon	Poids sec/brut (%)	N-total		P-total		C total*	
		(g/kg MS)	(g/kg MB)	(g/kg MS)	(g/kg MB)	(g/kg MS)	(g/kg MB)
G 39 29.04	90,74	77,33	70,17	11,64	10,57	431,79	391,81
G 33 29.04	90,57	74,19	67,19	11,92	10,80	439,48	398,04
G tot 29.04	90,96	78,53	71,43	14,62	13,30	436,66	397,19
G tot 10.05	90,94	77,89	70,83	11,00	10,00	427,43	388,705
G 33 10.05	90,99	80,34	73,10	12,35	11,23	425,85	387,485
G 33 17.05	92,26	77,39	71,40	17,92	16,53	421,91	389,255
G tot 31.05	91,08	79,41	72,33	13,61	12,40	413,08	376,23
G 5x 23 06.06	91,81	79,78	73,25	11,87	10,90	449,40	412,595
G 3x 36 06.06	90,00	83,61	75,25	11,67	10,50	436,46	392,815
G eco3 36 07.06	90,41	72,86	65,87	12,13	10,97	429,74	388,525
G eco 5 23 07.06	91,16	77,37	70,53	12,14	11,07	440,25	401,335
G 23 14.06	92,15	75,21	69,31	9,95	9,17	441,26	406,625
G tot 14.06	91,97	80,42	73,96	11,53	10,60	447,39	411,46
G tot 01.07	91,29	81,32	74,24	15,12	13,80	427,17	389,96

* = moyenne entre le carbone total et le carbone organique

Synthèse des analyses réalisées sur l'aliment.

Code	Poids sec (% MB)	Matière minérale (% MB)	Matière organique (% MB)
G 39 29.04	90,74	6,44	84,30
G 33 29.04	90,57	6,38	84,19
G tot 29.04	90,96	8,21	82,75
G tot 10.05	90,94	7,73	83,21
G 33 10.05	90,99	7,39	83,60
G 33 17.05	92,26	11,27	80,99
G tot 31.05	91,08	10,95	80,13
G 5x 23 06.06	91,81	7,25	84,56
G 3x 36 06.06	90,00	7,89	82,11
G eco3 36 07.06	90,41	7,44	82,97
G eco 5 23 07.06	91,16	7,36	83,80
G 23 14.06	92,15	5,87	86,28
G tot 14.06	91,97	7,40	84,57
G tot 01.07	91,29	9,29	82,00

Taux de matière sèche, de matières minérale et organique de l'aliment.

Teneurs en matière sèche et en matières minérales de l'aliment

	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	après traitement (g)	Poids sec (%)
Poids sec	G 39 29,04						
	valeur 1	1,2917	4,9925	3,7008	4,6530	3,3613	90,83
	valeur 2	1,3017	4,7800	3,4783	4,4572	3,1555	90,72
	valeur 3	1,0677	4,3207	3,2530	4,0170	2,9493	90,66
	moyenne						90,74
	écart-type						0,08
Mmin	G 39 29,04						
	valeur 1	21,9966	23,3343	1,3377	22,0839	0,0873	6,53
	valeur 2	21,4029	22,3786	0,9757	21,4649	0,0620	6,35
	valeur 3	19,8837	21,0080	1,1243	19,9562	0,0725	6,45
	moyenne						6,44
	écart-type						0,09
Poids sec	G 33 29,04						
	valeur 1	1,0486	4,5757	3,5271	4,2451	3,1965	90,63
	valeur 2	1,3464	4,7943	3,4479	4,4661	3,1197	90,48
	valeur 3	1,3167	4,1065	2,7898	3,8439	2,5272	90,59
	moyenne						90,57
	écart-type						0,08
Mmin	G 33 29,04						
	valeur 1	22,9725	23,9686	0,9961	23,0370	0,0645	6,48
	valeur 2	22,3091	23,3122	1,0031	22,3725	0,0634	6,32
	valeur 3	23,8441	24,9168	1,0727	23,9121	0,0680	6,34
	moyenne						6,38
	écart-type						0,08
Poids sec	G tot 29,04						
	valeur 1	21,1813	24,8238	3,6425	24,4956	3,3143	90,99
	valeur 2	22,3079	25,4904	3,1825	25,2023	2,8944	90,95
	valeur 3	21,4022	24,6194	3,2172	24,3282	2,9260	90,95
	moyenne						90,96
	écart-type						0,02

	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	Tare+échantillon (g)	Poids sec (%)
Mmin	G tot 29.04						
	valeur 1	21,1829	22,3332	1,1503	21,2779	0,0950	8,26
	valeur 2	22,3085	23,6211	1,3126	22,4170	0,1085	8,27
	valeur 3	21,4026	22,8836	1,4810	21,5227	0,1201	8,11
	moyenne						8,21
	écart-type						0,09
Poids sec	G tot 10.05						
	valeur 1	1,3546	4,5146	3,1600	4,2293	2,8747	90,97
	valeur 2	1,3158	3,9713	2,6555	3,7316	2,4158	90,97
	valeur 3	1,3961	4,7369	3,3408	4,4318	3,0357	90,87
	moyenne						90,94
	écart-type						0,06
Mmin	G tot 10.05						
	valeur 1	22,1540	23,2646	1,1106	22,2411	0,0871	7,84
	valeur 2	23,5659	24,4158	0,8499	23,6303	0,0644	7,58
	valeur 3	23,7392	24,7592	1,0200	23,8184	0,0792	7,76
	moyenne						7,73
	écart-type						0,14
Poids sec	G 33 10.05						
	valeur 1	22,6875	26,1653	3,4778	25,8532	3,1657	91,03
	valeur 2	23,5651	26,6971	3,1320	26,4125	2,8474	90,91
	valeur 3	23,8436	26,8204	2,9768	26,5535	2,7099	91,03
	moyenne						90,99
	écart-type						0,07
Mmin	G 33 10.05						
	valeur 1	22,6880	23,8554	1,1674	22,7733	0,0853	7,31
	valeur 2	23,5657	24,8913	1,3256	23,6640	0,0983	7,42
	valeur 3	23,8440	24,8498	1,0058	23,9190	0,0750	7,46
	moyenne						7,39
	écart-type						0,08

Poids sec	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	Poids sec (%)	Traitement
	G 33 17.05						
	valeur 1	1,0866	4,8876	3,8010	4,5910	92,20	
	valeur 2	1,2621	4,5885	3,3264	4,3290	92,20	
	valeur 3	1,3545	3,9156	2,5611	3,7202	92,37	
	moyenne					92,26	
	écart-type					0,10	
Mimin	G 33 17.05						
	valeur 1	21,1821	22,6419	1,4598	21,3460	11,23	
	valeur 2	19,1036	20,3880	1,2844	19,2483	11,27	
	valeur 3	22,5742	23,6728	1,0986	22,6984	11,31	
	moyenne					11,27	
	écart-type					0,04	
Poids sec	G tot 31.05						
	valeur 1	22,9720	26,6686	3,6966	26,3376	91,05	
	valeur 2	22,1537	25,7679	3,6142	25,4556	91,36	
	valeur 3	21,9962	24,8343	2,8381	24,5742	90,84	
	moyenne					91,08	
	écart-type					0,26	
Mimin	G tot 31.05						Traitement vit
	valeur 1	22,9721	23,7557	0,7836	23,0573	10,87	
	valeur 2	22,1543	23,4283	1,2740	22,2943	10,99	
	valeur 3	21,9969	23,1277	1,1308	22,1211	10,98	
	moyenne					10,95	
	écart-type					0,07	
Poids sec	G 5x 23 06.06						
	valeur 1	23,7392	27,4024	3,6632	27,0996	91,73	
	valeur 2	23,2000	26,8091	3,6091	26,5130	91,80	
	valeur 3	19,0321	22,6364	3,6043	22,3449	91,91	
	moyenne					91,81	
	écart-type					0,09	

	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	Poids sec (%)
Mmin	G 5x 23 06.06					
	valeur 1	23,7392	24,9411	1,2019	23,8067	5,62
	valeur 2	23,2004	24,4234	1,2230	23,3018	8,29
	valeur 3	19,0324	20,0680	1,0356	19,1135	7,83
	moyenne écart-type					7,25 1,43
Poids sec	G eco3 36 07.06					
	valeur 1	0,8638	4,0434	3,1796	3,7364	90,34
	valeur 2	0,7589	3,4563	2,6974	3,1974	90,40
	valeur 3	1,4538	4,2475	2,7937	3,9814	90,47
	moyenne écart-type					90,41 0,07
Mmin	G eco3 36 07.06					
	valeur 1	20,7530	21,7607	1,0077	20,8285	7,49
	valeur 2	21,5984	22,7116	1,1132	21,6810	7,42
	valeur 3	23,2948	24,3096	1,0148	23,3699	7,40
	moyenne écart-type					7,44 0,05
Poids sec	G eco 5 23 07.06					
	valeur 1	22,5732	25,4566	2,8834	25,2024	91,18
	valeur 2	20,7526	24,1946	3,4420	23,8908	91,17
	valeur 3	21,5978	25,1128	3,5150	24,8008	91,12
	moyenne écart-type					91,16 0,03
Mmin	G eco 5 23 07.06					
	valeur 1	22,5739	23,9038	1,3299	22,6715	7,34
	valeur 2	20,7530	22,0557	1,3027	20,8490	7,37
	valeur 3	21,5983	22,6842	1,0859	21,6785	7,39
	moyenne écart-type					7,36 0,02

	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	Poids sec (%)
Poids sec	G 23 14.06					
	valeur 1	0,8545	3,7793	2,9248	3,5508	92,19
	valeur 2	1,3165	4,6969	3,3804	4,4344	92,23
	valeur 3	1,3692	4,7196	3,3504	4,4524	92,02
	moyenne					92,15
Mmin	écart-type					0,11
	G 23 14.06					
	valeur 1	22,6876	23,7793	1,0917	22,7523	5,93
	valeur 2	19,0324	20,0045	0,9721	19,0880	5,72
	valeur 3	23,2011	24,2966	1,0955	23,2663	5,95
	moyenne					5,87
	écart-type					0,13
Poids sec	G tot 01.07					
	valeur 1	19,8830	23,1839	3,3009	22,8975	91,32
	valeur 2	19,1028	23,2725	4,1697	22,9078	91,25
	valeur 3	23,2939	26,7966	3,5027	26,4914	91,29
	moyenne					91,29
Mmin	écart-type					0,04
	G tot 01.07					
	valeur 1	19,8839	21,3112	1,4273	20,0157	9,23
	valeur 2	19,1030	20,2869	1,1839	19,2127	9,27
	valeur 3	23,2942	24,3530	1,0588	23,3934	9,37
	moyenne					9,29
	écart-type					0,07
Poids sec	G 3x 36 06.06					
	valeur 1	1,3467	4,5011	3,1544	4,1826	89,90
	valeur 2	1,2796	4,0340	2,7544	3,7585	90,00
	valeur 3	1,4242	4,9922	3,5680	4,6388	90,10
	moyenne					90,00
	écart-type					0,10

	Code	Tare (g)	Tare+échantillon (g)	Poids brut(g)	Tare+échantillon (g)	Poids sec (%)
Mmin	G 3x 36 06.06					
	valeur 1	22,9725	24,2332	1,2607	23,0723	7,92
	valeur 2	22,3089	23,4136	1,1047	22,3959	7,88
	valeur 3	23,8446	24,9967	1,1521	23,9354	7,88
	moyenne					7,89
	écart-type					0,02
Poids sec	G tot 14.06					
	valeur 1	0,9926	4,3750	3,3824	4,1050	92,02
	valeur 2	0,9348	4,6458	3,7110	4,3500	92,03
	valeur 3	1,1292	4,8274	3,6982	4,5266	91,87
	moyenne					91,97
	écart-type					0,09
Mmin	G tot 14.06					
	valeur 1	22,1548	23,2371	1,0823	22,2330	7,23
	valeur 2	23,5662	24,7905	1,2243	23,6573	7,44
	valeur 3	23,7398	24,7785	1,0387	23,8179	7,52
	moyenne					7,40
	écart-type					0,15

Code	valeur 1 (% P/kg MB)	valeur 2 (% P/kg MB)	valeur 3 (% P/kg MB)	moyenne (% P/kg MB)	écart-type	g P/kg aliment
G 39 29.04	1,03	1,06	1,08	1,06	0,03	10,57
G 33 29.04	1,1	1,05	1,09	1,08	0,03	10,80
G tot 29.04	1,33	-	-	1,33	-	13,30
G tot 10.05	1	-	-	1,00	-	10,00
G 33 10.05	1,18	1,06	1,13	1,12	0,06	11,23
G 33 17.05	1,68	1,67	1,61	1,65	0,04	16,53
G tot 31.05	1,24	-	-	1,24	-	12,40
G 5x 23 06.06	1,09	-	-	1,09	-	10,90
G 3x 36 06.06	1,05	-	-	1,05	-	10,50
G eco3 36 07.06	0,96	1,16	1,17	1,10	0,12	10,97
G eco 5 23 07.06	1,06	1,15	1,11	1,11	0,05	11,07
G 23 14.06	0,9	0,93	0,92	0,92	0,02	9,17
G tot 14.06	1,06	-	-	1,06	-	10,60
G tot 01.07	1,38	-	-	1,38	-	13,80

Teneurs en P-tot des échantillons d'aliment broyé.

Détermination des débits de chaque bassin durant les deux mois de suivi.

Jour	Bassin	Hauteur d'eau (cm)	N ajutages	N trous	Bassin com	Débit (m3/h)	
d	1	48,00	4	2	1	763,61	
	2	45,50	1	2	1	276,30	
	3 et 4	44,00	4	2	2	371,19	
	5,6,7,8,9 et 10	37,50	14	6	5	483,50	
	10	40,50	2	0	1	304,83	
	Pisciculture						4504,61
e	1	45,25	3	2	1	591,32	
	2	39,25	3	0	1	452,92	
	3	39,38	5	2	2	434,09	
	4	39,38	5	2	2	434,09	
	5	36,75	3	0	1	444,16	
	6	34,33	2	2	1	398,05	
	7+8+9	33,56	8	4	3	455,94	
	10	33,80	2	0	1	289,06	
	Pisciculture						4411,53
	f	1	46,67	3	2	1	597,27
2		40,75	3	0	1	458,10	
4+3		40,67	5	2	2	438,41	
5		38,50	3	0	1	450,31	
6		36,00	3	0	1	441,50	
7+8+9		35,50	8	4	3	463,43	
10		36,00	1	2	1	256,51	
Pisciculture							4470,80
g	1	44,33	3	2	1	587,43	
	2	38,50	3	0	1	450,31	
	3	40,33	3	0	1	456,67	
	4	36,67	2	2	1	405,90	
	5	36,25	3	0	1	442,39	
	6	33,83	3	0	1	433,71	
	7	32,83	3	0	1	430,07	
	8	32,83	2	2	1	392,93	
	9	33,67	3	2	1	540,15	
	10	33,88	1	2	1	251,87	
Pisciculture						4391,44	
h	1	46,75	3	2	1	597,62	
	2	41,50	3	0	1	460,66	
	3	42,50	3	0	1	464,06	
	4	39,00	2	2	1	413,60	
	5	38,00	3	0	1	448,56	
	6	35,75	3	0	1	440,61	
	7	34,75	3	0	1	437,02	
	8	34,75	2	2	1	399,47	
	9	35,25	3	2	1	547,43	
	10	35,25	1	2	1	254,88	
Pisciculture						4463,93	

Jour	Bassin	Hauteur d'eau (cm)	N ajutages	N trous	Bassin com	Débit (m ³ /h)
i	1	45,67	3	2	1	593,08
	2	41,50	3	0	1	460,66
	3	41,33	3	0	1	460,09
	4	38,17	2	2	1	410,87
	5	36,83	3	0	1	444,45
	6	35,00	3	0	1	437,92
	7	34,00	3	0	1	434,32
	8	34,17	2	2	1	397,49
	9	35,00	3	2	1	546,29
	10	34,33	2	2	1	398,05
	Pisciculture					4583,23
j	1	53,50	3	2	1	625,21
	2	47,75	3	1	1	541,65
	3	48,75	2	0	1	323,18
	4	45,00	2	2	1	432,78
	5	45,00	3	0	1	472,46
	6	42,00	3	0	1	462,37
	7	41,25	2	0	1	306,54
	8	41,50	2	2	1	421,70
	9	42,50	3	2	1	579,58
	10	41,50	1	2	1	268,14
	Pisciculture					4433,61
15.06	1	52,00	3	2	1	619,18
	2	46,00	3	1	1	535,13
	3	47,50	2	0	1	320,47
	4	43,25	2	2	1	427,27
	5	43,25	3	0	1	466,60
	6	41,25	3	0	1	459,81
	7	40,00	2	0	1	303,68
	8	40,00	2	2	1	416,86
	9	40,00	3	2	1	568,70
	10	40,50	1	2	1	266,07
	Pisciculture					4383,76
k	1	52,33	3	2	1	620,53
	2	47,67	3	0	1	481,25
	3	49,33	3	0	1	486,66
	4	45,17	2	2	1	433,30
	5	44,33	3	0	1	470,23
	6	42,33	3	0	1	463,50
	7	41,33	2	0	1	306,73
	8	41,00	2	2	1	420,09
	9	42,00	3	0	1	462,37
	10	41,50	1	2	1	268,14
	Pisciculture					4412,79

Jour	Bassin	Hauteur d'eau (cm)	N ajutages	N trous	Bassin com	Débit (m3/h)	
22.06	1	51,50	3	2	1	617,16	
	2	46,00	3	0	1	475,77	
	3	48,50	3	0	1	483,96	
	4	44,50	2	2	1	431,21	
	5	44,25	3	0	1	469,95	
	6	41,50	3	0	1	460,66	
	7	40,50	2	0	1	304,83	
	8	40,75	2	2	1	419,29	
	9	41,50	3	0	1	460,66	
	10	41,25	1	2	1	267,63	
	Pisciculture					4391,13	
28.06	1	44,75	3	2	1	589,20	
	2	39,00	3	2	1	564,29	
	3	42,00	3	2	1	577,42	
	4	38,50	2	0	1	300,21	
	5	37,25	3	2	1	556,48	
	6			Vaccination			
	7	34,25	2	0	1	290,15	
	8	34,50	3	2	1	543,99	
	9	35,00	3	2	1	546,29	
	10	35,00	2	0	1	291,95	
	Pisciculture					4259,98	

Jour	Bassin	Hauteur d'eau (cm)	N ajutages	N trous	Bassin com	Débit (m3/h)
29.06	1	43,75	3	2	1	584,95
	2	35,25	3	2	1	547,43
	3	40,50	3	2	1	570,89
	4	36,75	2	0	1	296,11
	5	35,75	3	2	1	549,71
	6	33,75	3	0	1	433,41
	7	32,50	2	0	1	285,90
	8	32,50	3	2	1	534,73
	9	32,75	3	2	1	535,90
	10	32,75	2	0	1	286,51
	Pisciculture					4625,53

Entité	Date	Débit (m3/h)
Lot 39	d	152,41
	e	144,53
	f	128,26
	g	125,94
	h	127,44
Lot 36	i	397,49
	j	419,28
	k	419,69
Lot 33	d	483,50
	e	398,05
	f	441,50
	g	433,71
	h	399,47
Lot 23	i	410,87
	j	430,02
	k	432,25
	l	298,16
Pisciculture	d	4508,46
	e	4411,53
	f	4470,80
	g	4391,44
	h	4463,93
	i	4583,23
	j	4408,68
	k	4401,96
	l	4442,76

Tableau récapitulatif des débits calculés

Lieu	Jour	Débit (m3/h)	MES (kg/j)	Mmin (kg/j)	
Lot 39	d	152,41	2,36	-	
	e	144,53	2,49	0,84	
	f	128,26	3,19	0,68	
	g	125,94	3,33	0,59	
	h	127,44	2,32	0,38	
		moyenne*		2,59	0,63
		écart-type*		0,41	0,23
	CV*		15,9%	36,7%	
Lot 36	i	397,49	6,75	3,70	
	j	419,28	7,06	0,77	
	k	419,69	5,72	1,49	
	l	539,36	6,94	2,18	
		moyenne		6,62	2,03
		écart-type		0,61	1,25
	CV		9,2%	61,3%	
Lot 33	d	483,50	16,05	0,00	
	e	398,05	6,78	0,16	
	f	441,50	11,63	1,62	
	g	433,71	2,65	-1,46	
	h	399,47	26,11	6,54	
		moyenne*		12,90	1,31
		écart-type*		10,44	3,56
	CV*		81,0%	271,9%	
Lot 23	i	410,87	8,62	3,78	
	j	430,02	6,81	1,31	
	k	432,25	6,93	1,71	
	l	298,16	5,80	0,85	
		moyenne		7,04	1,91
		écart-type		1,17	1,30
	CV		16,6%	67,8%	
Pisciculture	d	4508,46	59,15	0,00	
	e	4411,53	47,53	-3,72	
	f	4470,80	54,36	-4,05	
	g	4391,44	122,34	20,94	
	h	4463,93	132,77	21,88	
	i	4583,23	135,36	18,70	
	j	4408,68	77,36	7,29	
	k	4401,96	65,06	-3,08	
	l	4442,76	84,67	15,53	
		moyenne		86,51	9,61
		écart-type		34,75	9,73
	CV		40,2%	101,2%	

* = les résultats obtenus sur les lots malades ne sont pas pris en compte

Rejets de matières sèche et minérale pondérés par les débits

Matières en suspension et matières minérales déterminés sur les filtres GFC.

Lieu	Jour	Filtres	Volume filtré (l)	Poids initiaux (mg)	Résidu sec (mg)	Résidu calciné (mg)	MES (mg/l)	Mmin (mg/l)
Entrée	d							
1		b9+b43	15	447,9	452,6	-	0,31	-
2		b10+b68	15	417,5	422,5	-	0,33	-
3		b3+b61	10	425,9	427,7	-	0,18	-
moyenne							0,28	-
Lot 39	d							
1		b19+b37	10	443,2	452,5	-	0,93	-
2		b2+b46	10	441,4	450,5	-	0,91	-
moyenne							0,92	-
Lot 33	d							
1		b23	4,4	211	218,7	-	1,75	-
2		b16	4,4	222,9	229,3	-	1,45	-
3		b21	4,4	212,2	220	-	1,77	-
moyenne							1,66	-
Sortie	d							
1		b12	3	220,6	223,5	-	0,97	-
2		b22	3	210	212,3	-	0,77	-
3		b29	3	211,6	213,8	-	0,73	-
moyenne							0,82	-
Entrée	e							
1		14+20	14,5	435,4	440,7	439,3	0,37	0,27
2		10+b49+b48	13,5	651,2	658,6	655,4	0,55	0,31
3		36+b56	14	464,7	469,7	pb	0,36	-
moyenne							0,42	0,29
Lot 39	e							
1		32+b57	10	443,2	452,5	446,6	0,93	0,34
2		25+b58	10	441,4	450,5	445,5	0,91	0,41
3		21+b91	10	438,8	454,6	447,3	1,58	0,85
moyenne							1,14	0,53
Lot 33	e							
1		6	5	215,1	220	217,1	0,98	0,40
2		30	5	220	226,2	222	1,24	0,40
3		45	5	306,1	312	306,7	1,18	0,12
moyenne							1,13	0,31
Sortie	e							
1		9	3,4	206	208,5	206,6	0,74	0,18
2		19	3,4	231,8	235,2	232,9	1,00	0,32
3		37	3,4	214,8	217,8	215,7	0,88	0,26
moyenne							0,87	0,25
Entrée	f							
1		9+12	15	438,6	445,5	442,5	0,46	0,21
2		41+3	15	408,2	414,6	411,4	0,43	0,21
3		4+48+12	15	625,1	632	628,2	0,46	0,21
moyenne							0,45	0,00
Lot 39	f							
1		8+31	10	439,3	454,8	443,9	1,55	0,45
2		49+13	10	423,6	438,3	428,1	1,47	0,43
3		46+27	10	424,5	438,9	428,8	1,44	0,44
moyenne							1,49	0,01

ANNEXES

Lieu	Jour	Filtres	Volume filtré (l)	Poids initiaux (mg)	Résidu sec (mg)	Résidu calciné (mg)	MES (mg/l)	Mmin (mg/l)
Lot 33	f							
1		11	5	211,8	220	213,8	1,64	0,40
2		28	5	210,3	219	212,3	1,74	0,40
3		38	5	204,7	211	206,4	1,26	0,34
moyenne							1,55	0,38
Sortie	f							
1		17	3	210	212,8	210,5	0,93	0,17
2		18	3	211,8	215,1	212,7	1,10	0,30
3		44	3	214,7	217,2	215	0,83	0,10
moyenne							0,96	0,19
Entrée	g							
1		35+60+6	14,5	661	667,3	663,5	0,43	0,17
2		22+62	12,5	448,2	453,6	450,8	0,43	0,21
3		34+68	11,97	425,2	430,6	427,4	0,45	0,18
moyenne							0,44	0,19
Lot 39	g							
1		b50+26	9,75	436,3	449,3	439,1	1,33	0,29
2		29+23	10	426	443,8	431,2	1,78	0,52
3		39+5	10	419,7	434,8	423,2	1,51	0,35
moyenne							1,54	0,39
Lot 33	g							
1		b65	3,97	225,8	228,5	226	0,68	0,05
2		2+67	5	424,3	427,7	424,6	0,68	0,06
3		33	5	212	215,6	212,2	0,72	0,04
moyenne							0,69	0,05
Sortie	g							
1		b83	3	216,3	221	217,3	1,57	0,33
2		b82	3	212	216,2	213,2	1,40	0,40
3		b55	3	258,3	263,8	259,6	1,83	0,43
moyenne							1,60	0,39
Entrée	h							
1		61+79	14,965	456,2	461	458,4	0,32	0,15
2		55+76+50	13,5	629,4	634,9	631,5	0,41	0,16
3		66+80+70	14,5	667,6	673,7	-	0,42	-
moyenne							0,38	0,15
Lot 39	h							
1		42+73	10	398,5	409,4	401	1,09	0,25
2		53+69	10	428,4	440,7	433	1,23	0,46
3		24+82	10	440,2	451,2	441,4	1,10	0,12
moyenne							1,14	0,28
Lot 33	h							
1		51+87	5	436,2	450,7	440,1	2,90	0,78
2		57+77	5	401,8	417,6	406,1	3,16	0,86
3		86+85	5	442,2	458,5	446,5	3,26	0,86
moyenne							3,11	0,83
Sortie	h							
1		52	3	207	211,8	208	1,60	0,33
2		63	3	222	226,8	223	1,60	0,33
3		81	3	216	221	217,2	1,67	0,40
moyenne							1,62	0,36
								0,04

Lieu	Jour	Filtres	Volume filtré (l)	Poids initiaux (mg)	Résidu sec (mg)	Résidu calciné (mg)	MES (mg/l)	Mmin (mg/l)
Entrée	i							
1		54+97+113	15	706,9	716,6	715,8	0,65	0,59
2		56+101	15	496,3	502,5	499,3	0,41	0,20
3		59+109	14,95	470,4	477,6	475,2	0,48	0,32
moyenne							0,51	0,40
Lot 36	i							
1		58+94	8	495,6	503	498,1	0,92	0,31
2		64+99	8	483,8	491,9	487,3	1,01	0,44
3		71+105	8	483,5	491,6	486,8	1,01	0,41
moyenne							0,98	0,39
Lot 23	i							
1		72	4	206	210,7	207,8	1,18	0,45
2		74	4	197,7	202,2	198,8	1,13	0,28
3		75	4	205,5	210,1	207,2	1,15	0,42
moyenne							1,15	0,38
Sortie	i							
1		78	3	206,6	212	208,4	1,80	0,60
2		83	3	215,8	220,8	217,1	1,67	0,43
3		93	3	250,6	255,9	252,6	1,77	0,67
moyenne							1,74	0,57
Entrée	j							
1		116+96	15	532,5	540,8	537,3	0,55	0,32
2		110+47	15	470,5	478,7	475,3	0,55	0,32
3		90+43	15	440,6	447,7	444,6	0,47	0,27
moyenne							0,52	0,32
écart-type							0,04	0,00
Lot 36	j							
1		89+40	8	430,2	439,5	433,5	1,16	0,41
2		114+65	8	470,9	478,5	473,1	0,95	0,28
3		122+15	8	480,2	490,3	483,5	1,26	0,41
moyenne							1,13	0,37
Lot 23	j							
1		88	4	229,4	233,9	231,5	1,13	0,52
2		91	4	226,3	230,3	227,8	1,00	0,38
3		106	4	290,2	294,7	291,6	1,13	0,35
moyenne							1,08	0,42
Sortie	j							
1		84	3	203,9	207,7	205,2	1,27	0,43
2		92	3	270,6	274,2	271,8	1,20	0,40
3		95	3	257,7	261,6	258,7	1,30	0,33
moyenne							1,26	0,39
Entrée	k							
1		103+134	15	499,5	509	504,7	0,63	0,35
2		123+149	14,6	520,8	527,7	524,7	0,47	0,27
3		107+127	15	494,4	501,1	498,3	0,45	0,26
moyenne							0,52	0,31
écart-type							0,10	0,06
Lot 36	k							
1		119+141	8	474	481,2	476,7	0,90	0,34
2		108+145	8	569,3	579	572,9	1,21	0,45
3		112+148	8	521,7	529,2	524,4	0,94	0,34
moyenne							1,02	0,38

Lieu	Jour	Filtres	Volume filtré (l)	Poids initiaux (mg)	Résidu sec (mg)	Résidu calciné (mg)	MES (mg/l)	Mmin (mg/l)
Lot 23	k							
1		115	4	250,4	255,3	252	1,23	0,40
2		104	4	270,7	275,4	272,3	1,18	0,40
3		111	4	246,7	250,5	248,2	0,95	0,38
moyenne							1,12	0,39
Sortie	k							
1		102	3	260,7	264,5	261,6	1,27	0,30
2		137	3	229,1	232,3	230	1,07	0,30
3		139	3	231,8	235	232,5	1,07	0,23
moyenne							1,13	0,28
Entrée	l							
1		121+136	15	493,5	500,1	497	0,44	0,23
2		131+117	14	509,6	514,6	511,9	0,36	0,16
3		138+98	14,5	509,5	515,6	512,1	0,42	0,18
moyenne							0,41	0,20
Lot 36	l							
1		124+129	8	509,5	519,6	513,3	1,26	0,47
2		135+130	8	475,4	481,7	477,8	0,79	0,30
3		120+133	8	500,6	507,6	503	0,87	0,30
moyenne							0,97	0,36
Lot 23	l							
1		140	4	235,4	240,1	236,5	1,18	0,27
2		118	4	261,3	265,8	262,1	1,13	0,20
3		142	4	230,2	236	232	1,45	0,45
moyenne							1,25	0,31
Sortie	l							
1		150	3	260	263,3	260,8	1,10	0,27
2		125	3	244,3	248,1	245,4	1,27	0,37
3		132	3	234,6	238,3	235,8	1,23	0,40
moyenne							1,20	0,34

Lieu	Jour	MS (mg/l)	Mmin (mg/l)
Lot 39	d	-0,40	-0,27
	e	-0,10	-0,28
	f	0,28	-0,14
	g	-0,30	-0,30
	h	-	-
Lot 36	i	1,68	-0,18
	j	-3,08	-3,22
	k	0,10	-0,18
	l	0,78	0,60
Lot 33	d	-0,13	0,13
	e	-0,02	-0,16
	f	-0,22	-0,74
	g	-0,16	-0,22
	h	-0,44	-0,26
Lot 23	i	2,34	-0,06
	j	0,18	1,10
	k	-0,08	-0,10
	l	0,98	0,74
Pisci	d	-0,19	-0,16
	e	-0,06	-0,30
	f	0,30	-0,10
	g	-0,14	-0,20
	h	0,54	-0,34
	i	2,10	0,08
	j	0,14	-0,04
	k	-0,02	0,22
	l	0,70	-2,80

Rejets de matières sèche et minérale sur l'eau filtrée.

Journée	Lieu	Volume (l)	Tare (g)	Poids sec (g)	Poids calciné (g)	Mat sèche (g/l)	Mat minérale (g/l)	Mat organique (g/l)
d	Entrée	0,3	316,85	318,02	317,83	3,90	3,27	0,63
	Lot 39	0,3	310,8	311,85	311,7	3,50	3,00	0,50
	Lot 33	0,3	333,63	334,76	334,65	3,77	3,40	0,37
	Sortie	0,28	333,16	334,2	334,03	3,71	3,11	0,61
e	Entrée	0,5	310,38	312,46	312,17	4,16	3,58	0,58
	Lot 39	0,5	316,28	318,31	317,93	4,06	3,30	0,76
	Lot 33	0,5	310,67	312,74	312,38	4,14	3,42	0,72
	Sortie	0,5	313,18	315,23	314,82	4,10	3,28	0,82
f	Entrée	0,5	333,3	335,24	335,09	3,88	3,58	0,30
	Lot 39	0,5	316,85	318,93	318,57	4,16	3,44	0,72
	Lot 33	0,5	333,08	334,91	334,5	3,66	2,84	0,82
	Sortie	0,5	316,3	318,39	318,04	4,18	3,48	0,70
g	Entrée	0,5	316,28	318,4	318,08	4,24	3,60	0,64
	Lot 39	0,5	313,35	315,32	315	3,94	3,30	0,64
	Lot 33	0,5	317,76	319,8	319,45	4,08	3,38	0,70
	Sortie	0,5	316,83	318,88	318,53	4,10	3,40	0,70
h	Entrée	0,5	310,34	312,61	312,24	4,54	3,80	0,74
	Lot 39	-	-	-	-	-	-	-
	Lot 33	0,5	310,67	312,72	312,44	4,10	3,54	0,56
	Sortie	0,5	310,34	312,88	312,07	5,08	3,46	1,62
i	Entrée	0,4	316,29	317,14	317,68	2,12	3,47	-1,35
	Lot 36	0,5	328,86	330,76	330,51	3,80	3,30	0,50
	Lot 23	0,5	342,69	344,92	344,4	4,46	3,42	1,04
	Sortie	0,5	310,67	312,78	312,45	4,22	3,56	0,66
j	Entrée	0,5	342,71	344,64	344,35	3,86	3,28	0,58
	Lot 36	0,5	314,85	315,24	314,88	0,78	0,06	0,72
	Lot 23	0,5	328,68	330,7	330,87	4,04	4,38	-0,34
	Sortie	0,5	328,67	330,67	330,29	4,00	3,24	0,76
k	Entrée	0,5	310,7	312,73	312,35	4,06	3,30	0,76
	Lot 36	0,5	342,82	344,9	344,38	4,16	3,12	1,04
	Lot 23	0,5	342,71	344,7	344,31	3,98	3,20	0,78
	Sortie	0,5	313,18	315,2	314,94	4,04	3,52	0,52
l	Entrée	0,5	317,73	319,3	319,08	3,14	2,70	0,44
	Lot 36	0,5	313,2	315,16	314,85	3,92	3,30	0,62
	Lot 23	0,5	317,73	319,79	319,45	4,12	3,44	0,68
	Sortie	0,5	328,73	330,65	328,68	3,84	-0,10	3,94

Résultats des dessiccations et calcinations sur l'eau filtrée.

Lieu	Jour	Débit (m3/h)	MS (kg/h)	Mmin (kg/h)
Lot 39	e	144,53	419,1	378,7
	f	128,26	-84,6	-100,0
	g	125,94	-35,3	15,1
	h	127,44	-48,4	48,4
Lot 36	i	397,49	-7,9	-15,9
	j	419,28	109,0	-83,9
	k	419,69	-25,2	-209,8
	l	539,36	-86,3	-269,7
Lot 33	e	398,05	2093,8	1982,3
	f	441,50	-70,6	-26,5
	g	433,71	34,7	86,7
	h	399,47	-143,8	39,9
Lot 23	i	410,87	-32,9	-16,4
	j	430,02	68,8	172,0
	k	432,25	-181,5	-155,6
	l	298,16	-11,9	-143,1
Pisci	e	4411,53	9617,1	8734,8
	f	4470,80	-1788,3	-3576,6
	g	4391,44	-	-
	h	4463,93	-2053,4	-535,7
	i	4583,23	1283,3	733,3
	j	4408,68	1322,6	-1058,1
	k	4401,96	-2112,9	-528,2
	l	4442,76	-533,1	-1421,7

Rejets pondérés par les débits.

Journée	Lieu	Volume (l)	Tare (g)	Poids sec (g)	Poids calciné (g)	Mat sèche (g/l)	Mat minérale (g/l)	Mat organique (g/l)
e	Entrée	0,5	317,6	318,12	318,09	1,04	0,98	0,06
	Lot 39	0,5	311,12	313,09	312,92	3,94	3,60	0,34
	Lot 33	0,5	317	320,15	319,98	6,30	5,96	0,34
	Sortie	0,5	311,5	313,11	312,98	3,22	2,96	0,26
f	Entrée	0,5	314,01	316,17	316,13	4,32	4,24	0,08
	Lot 39	0,5	329,3	331,13	331,03	3,66	3,46	0,20
	Lot 33	0,5	329,24	331,32	331,33	4,16	4,18	-0,02
	Sortie	0,5	317,38	319,34	319,1	3,92	3,44	0,48
g	Entrée	0,5	334,37	336,45	336,25	4,16	3,76	0,40
	Lot 39	0,5	311,39	313,33	313,33	3,88	3,88	0,00
	Lot 33	0,5	342,97	345,09	344,95	4,24	3,96	0,28
	Sortie	-	-	-	-	-	-	-
h	Entrée	0,5	316,3	318,47	318,07	4,34	3,54	0,80
	Lot 39	0,5	334,23	336,21	336,19	3,96	3,92	0,04
	Lot 33	0,5	342,84	344,83	344,66	3,98	3,64	0,34
	Sortie	0,5	310,77	312,71	312,48	3,88	3,42	0,46
i	Entrée	0,5	317,25	319,26	319	4,02	3,50	0,52
	Lot 36	0,5	310,68	312,68	312,41	4,00	3,46	0,54
	Lot 23	0,5	318,15	320,12	319,88	3,94	3,46	0,48
	Sortie	0,5	316,3	318,45	318,13	4,30	3,66	0,64
j	Entrée	0,5	310,74	312,67	312,51	3,86	3,54	0,32
	Lot 36	0,5	313,36	315,42	315,03	4,12	3,34	0,78
	Lot 23	0,5	318,25	320,26	320,22	4,02	3,94	0,08
	Sortie	0,5	328,86	330,94	330,51	4,16	3,30	0,86
k	Entrée	0,5	314,11	316,42	316,24	4,62	4,26	0,36
	Lot 36	0,5	318,9	321,18	320,78	4,56	3,76	0,80
	Lot 23	0,5	334,48	336,58	336,43	4,20	3,90	0,30
	Sortie	0,5	343,04	345,11	345,11	4,14	4,14	0,00
l	Entrée	0,5	316,92	318,93	319,03	4,02	4,22	-0,20
	Lot 36	0,5	311,02	312,95	312,88	3,86	3,72	0,14
	Lot 23	0,5	317,48	319,47	319,35	3,98	3,74	0,24
	Sortie	0,5	318,78	320,73	320,73	3,90	3,90	0,00

Entrée = entrée pisciculture

Lot X = sortie lot X

Sortie = sortie pisciculture

Résultats des dessiccations et calcinations sur l'eau brute.

Lieu	Date	Eau filtrée (mg N/l)	Eau brute (mg N/l)
Lot 39	d	0,20	0,08
	e	0,19	0,43
	f	0,33	0,28
	g	0,49	0,62
	h	0,20	0,38
Lot 36	i	0,23	-0,58
	j	0,05	0,32
	k	0,37	0,13
	l	0,18	0,29
Lot 33	d	0,66	1,26
	e	0,46	0,67
	f	0,33	0,35
	g	0,43	0,51
	h	0,39	0,61
Lot 23	i	0,22	-0,38
	j	0,05	0,26
	k	0,27	0,18
	l	0,35	0,45
Sortie	d	0,32	0,40
	e	0,31	0,41
	f	0,46	0,33
	g	0,39	0,47
	h	0,52	0,58
	i	0,42	0,68
	j	0,41	0,68
	k	0,47	0,61
l	0,78	0,56	

Rejets d'azote Kjeldahl.

Dosages de l'azote Kjeldahl sur l'eau filtrée.

eau milliQ 200 0,2 moyenne 0,13
 200 0,05
 200 0,15

Journée	Code	Ve (ml)	V1 (ml)	V0 (ml)	Vb (ml)	X (mg/l)	X eau distillée (mg/l)	Veau distillée (ml)	N-Kjeldahl (mg/l)
	eau distillée	200	0	200	0,15	0,00			
d	E3	218	0,25	200	0,15	0,06	0,00	22	0,06
d	E4	215,5	0,3	200	0,15	0,09	0,00	22	0,10
moyenne									0,08
écart-type									0,03
d	393	217	0,5	200	0,15	0,22	0,00	22	0,24
d	394	216	0,6	200	0,15	0,28	0,00	22	0,32
moyenne									0,28
écart-type									0,05
d	333	218	1,05	200	0,15	0,57	0,00	22	0,63
d	334	218	1,35	200	0,15	0,76	0,00	22	0,85
moyenne									0,74
écart-type									0,15
d	S3	210	0,7	200	0,15	0,36	0,00	22	0,40
d	S4	216	0,7	200	0,15	0,35	0,00	22	0,39
moyenne									0,40
écart-type									0,01
	eau distillée	200	0,25	200	0,13	0,08			
e	E1	220	0,4	200	0,13	0,16	0,08	22,2	0,17
e	E2	222,5	0,3	200	0,13	0,10	0,08	22,2	0,10
moyenne									0,14
écart-type									0,05
e	391	225	0,6	200	0,13	0,28	0,08	22,2	0,30
e	392	225	0,65	200	0,13	0,31	0,08	22,2	0,34
moyenne									0,32
écart-type									0,02
e	331	225	1	200	0,13	0,53	0,08	22,2	0,58
e	332	225	1,05	200	0,13	0,56	0,08	22,2	0,61
moyenne									0,60
écart-type									0,02
e	S1	222,5	0,85	200	0,13	0,44	0,08	22,2	0,48
e	S2	222,5	0,75	200	0,13	0,38	0,08	22,2	0,41
moyenne									0,45
écart-type									0,05
	eau distillée	200	0,25	200	0,13	0,08			
f	E1	219	0,35	200	0,13	0,13	0,08	22,2	0,14
f	E2	220	0,3	200	0,13	0,10	0,08	22,2	0,10
moyenne									0,12
écart-type									0,03

Journée	Code	Ve (ml)	V1 (ml)	V0 (ml)	Vb (ml)	X (mg/l)	X eau distillée (mg/l)	Veau distillée (ml)	N-Kjeldahl (mg/l)
f	391	219	0,8	200	0,13	0,42	0,08	22,2	0,46
f	392	225	0,8	200	0,13	0,41	0,08	22,2	0,44
moyenne									0,45
écart-type									0,01
f	331	226	0,85	200	0,13	0,44	0,08	22,2	0,47
f	332	220	0,75	200	0,13	0,39	0,08	22,2	0,42
moyenne									0,45
écart-type									0,04
f	S1	227,5	1,05	200	0,13	0,56	0,08	22,2	0,61
f	S2	225	0,95	200	0,13	0,50	0,08	22,2	0,55
moyenne									0,58
écart-type									0,04
	eau distillée	200	0,2	200	0,13	0,05			
g	E1	219	0,35	200	0,13	0,13	0,05	22	0,14
g	E2	221	0,25	200	0,13	0,07	0,05	22	0,07
moyenne									0,11
écart-type									0,05
g	391	229	1	200	0,13	0,52	0,05	22	0,57
g	392	222	1,05	200	0,13	0,57	0,05	22	0,63
moyenne									0,60
écart-type									0,04
g	331	212,5	0,9	200	0,13	0,50	0,05	22	0,55
g	332	222	0,9	200	0,13	0,48	0,05	22	0,52
moyenne									0,54
écart-type									0,02
g	S1	222	0,9	200	0,13	0,48	0,05	22	0,52
g	S2	227	0,85	200	0,13	0,43	0,05	22	0,47
moyenne									0,50
écart-type									0,03
	eau distillée	200	0	200	0,13	0,00			
h	E1	222	0,4	200	0,13	0,16	0,00	22	0,18
h	E2	224	0,35	200	0,13	0,13	0,00	22	0,14
moyenne									0,16
écart-type									0,03
h	391	228	0,65	200	0,13	0,31	0,00	22	0,34
h	392	227	0,7	200	0,13	0,34	0,00	22	0,38
moyenne									0,36
écart-type									0,03
h	331	227	0,9	200	0,13	0,46	0,00	22	0,51
h	332	225,5	1	200	0,13	0,53	0,00	22	0,59
moyenne									0,55
écart-type									0,05
h	S1	225	1,1	200	0,13	0,59	0,00	22	0,66
h	S2	224	1,15	200	0,13	0,63	0,00	22	0,70
moyenne									0,68
écart-type									0,03

ANNEXES

Journée	Code	Ve (ml)	V1 (ml)	V0 (ml)	Vb (ml)	X (mg/l)	X eau distillée (mg/l)	Veau distillée (ml)	N-Kjeldahl (mg/l)
	eau distillée	200	0	200	0,13	0,00			
i	E1	226	0,25	200	0,13	0,06	0,00	22	0,07
i	E2	233	0,3	200	0,13	0,09	0,00	22	0,10
moyenne									0,08
écart-type									0,02
i	361	230	0,55	200	0,13	0,24	0,00	22	0,27
i	362	226	0,65	200	0,13	0,31	0,00	22	0,35
moyenne									0,31
écart-type									0,05
i	231	225	0,6	200	0,13	0,28	0,00	22	0,31
i	232	223	0,55	200	0,13	0,25	0,00	22	0,28
moyenne									0,30
écart-type									0,02
i	S1	224	0,75	200	0,13	0,38	0,00	22	0,42
i	S2	217	0,95	200	0,13	0,52	0,00	22	0,58
moyenne									0,50
écart-type									0,11
	eau distillée	200	0	200	0,2	0,00			
j	E1	222	0,35	200	0,2	0,08	0,00	22	0,09
j	E2	226	0,3	200	0,2	0,05	0,00	22	0,05
moyenne									0,07
écart-type									0,03
j	361	227	0,45	200	0,2	0,14	0,00	22	0,15
j	362	228	0,55	200	0,2	0,20	0,00	22	0,22
moyenne									0,19
écart-type									0,05
j	231	227	0,45	200	0,2	0,14	0,00	22	0,15
j	232	229	0,55	200	0,2	0,20	0,00	22	0,22
moyenne									0,18
écart-type									0,05
j	S1	223	0,8	200	0,2	0,36	0,00	22	0,40
j	S2	228	1,05	200	0,2	0,50	0,00	22	0,56
moyenne									0,48
écart-type									0,11
	eau distillée	200	0	200	0,05	0,00			
k	E1	223	0,35	200	0,05	0,18	0,00	22	0,20
k	E2	225	0,35	200	0,05	0,18	0,00	22	0,20
moyenne									0,20
écart-type									0,00
k	361	225	1	200	0,05	0,59	0,00	22	0,65
k	362	215	0,5	200	0,05	0,29	0,00	22	0,32
moyenne									0,49
écart-type									0,23
k	231	224	0,6	200	0,05	0,34	0,00	22	0,38
k	232	227	0,65	200	0,05	0,37	0,00	22	0,41
moyenne									0,39
écart-type									0,02

Journée	Code	Ve (ml)	V1 (ml)	V0 (ml)	Vb (ml)	X (mg/l)	X eau distillée (mg/l)	Veau distillée (ml)	N-Kjeldahl (mg/l)
k	S1	225	1,15	200	0,05	0,68	0,00	22	0,75
k	S2	222	0,9	200	0,05	0,53	0,00	22	0,59
moyenne									0,67
écart-type									0,12
	eau distillée	222	0,2	200	0,13	0,04			
l	E1	224	0,55	200	0,13	0,25	0,04	22	0,28
l	E2	228	0,75	200	0,13	0,37	0,04	22	0,40
moyenne									0,34
écart-type									0,09
l	361	213,5	0,6	200	0,13	0,30	0,04	22	0,33
l	362	220	0,5	200	0,13	0,23	0,04	22	0,25
moyenne									0,29
écart-type									0,06
l	231	226	0,8	200	0,13	0,40	0,04	22	0,44
l	232	220,5	0,8	200	0,13	0,42	0,04	22	0,46
moyenne									0,45
écart-type									0,01
l	S1	214	1,5	200	0,13	0,89	0,04	22	0,99
l	S2	219	1,9	200	0,13	1,12	0,04	22	1,24
moyenne									1,12
écart-type									0,18

Dosages de l'azote Kjeldahl sur l'eau brute.

Journée	Code	Ve (ml)	V1 (ml)	V0 (ml)	Vb (ml)	X (mg/l)	X eau distillée (mg/l)	Veau distillée (ml)	N-Kjeldahl (mg/l)
	eau distillée	200	0,2	200	0,13	0,05			
d	E1	197	1,2	200	0,15	0,75	0,05	20	0,83
d	E2	205	1,15	200	0,15	0,68	0,05	20	0,75
moyenne									0,79
écart-type									0,06
d	391	209	1,3	200	0,15	0,77	0,05	20	0,84
d	392	210,5	1,4	200	0,15	0,83	0,05	20	0,91
moyenne									0,87
écart-type									0,05
d	331	103,5	1,8	200	0,15	2,33	0,05	20	2,88
d	332	198	1,7	200	0,15	1,10	0,05	20	1,21
moyenne									2,05
écart-type									1,17
d	S1	230	1,55	200	0,15	0,84	0,05	20	0,91
d	S2	234	2,425	200	0,15	1,35	0,05	20	1,47
moyenne									1,19
écart-type									0,39
	eau distillée	200	0,25	200	0,13	0,08			
e	E1	225	0,2	200	0,13	0,03	0,08	22,2	0,03
e	E2	227,5	0,275	200	0,13	0,08	0,08	22,2	0,08
e	E3	210	0,2	200	0,15	0,03	0,00	22	0,03
e	E4	209	0,25	200	0,15	0,06	0,00	22	0,07
moyenne									0,05
écart-type									0,03
e	391	217,5	0,9	200	0,13	0,49	0,08	22,2	0,53
e	392	220	0,75	200	0,13	0,39	0,08	22,2	0,42
moyenne									0,48
écart-type									0,08
e	331	212,5	1,05	200	0,13	0,60	0,08	22,2	0,66
e	332	220	1,6	200	0,13	0,93	0,08	22,2	1,02
e	333	216	1	200	0,15	0,54	0,00	22	0,60
e	334	219	1	200	0,15	0,53	0,00	22	0,59
moyenne									0,72
écart-type									0,20
e	S1	227,5	0,9	200	0,13	0,46	0,08	22,2	0,50
e	S2	222,5	0,75	200	0,13	0,38	0,08	22,2	0,41
moyenne									0,46
écart-type									0,06
	eau distillée	200	0,25	200	0,13	0,08			
f	E1	267,5	0,6	200	0,13	0,22	0,08	22,2	0,24
f	E2	267,5	0,55	200	0,13	0,20	0,08	22,2	0,21
moyenne									0,22
écart-type									0,02

Journée	Code	Ve (ml)	V1 (ml)	V0 (ml)	Vb (ml)	X (mg/l)	X eau distillée (mg/l)	Veau distillée (ml)	N-Kjeldahl (mg/l)
f	391	220	0,9	200	0,13	0,48	0,08	22,2	0,53
f	392	222	0,85	200	0,13	0,45	0,08	22,2	0,49
moyenne									0,51
écart-type									0,03
f	331	227	0,95	200	0,13	0,49	0,08	22,2	0,54
f	332	227	1,05	200	0,13	0,56	0,08	22,2	0,61
moyenne									0,57
écart-type									0,05
f	S1	227,5	1,05	200	0,13	0,56	0,08	22,2	0,61
f	S2	232,5	0,9	200	0,13	0,45	0,08	22,2	0,49
moyenne									0,55
écart-type									0,08
	eau distillée	200	0,2	200	0,13	0,05			
g	E1	223,5	0,35	200	0,13	0,13	0,05	22	0,14
g	E2	220	0,35	200	0,13	0,13	0,05	22	0,14
moyenne									0,14
écart-type									0,00
g	391	229	1,2	200	0,13	0,64	0,05	22	0,71
g	392	220	1,3	200	0,13	0,74	0,05	22	0,81
moyenne									0,76
écart-type									0,08
g	331	219	1,1	200	0,13	0,61	0,05	22	0,68
g	332	213,5	1	200	0,13	0,56	0,05	22	0,62
moyenne									0,65
écart-type									0,04
g	S1	220	0,95	200	0,13	0,51	0,05	22	0,57
g	S2	226	1,1	200	0,13	0,59	0,05	22	0,65
moyenne									0,61
écart-type									0,06
	eau distillée	200	0	200	0,13	0,00			
h	E1	228	0,4	200	0,13	0,15	0,00	22	0,17
h	E2	221	0,5	200	0,13	0,23	0,00	22	0,25
moyenne									0,21
écart-type									0,06
h	391	220	0,9	200	0,13	0,48	0,00	22	0,54
h	392	216	1,05	200	0,13	0,59	0,00	22	0,66
moyenne									0,60
écart-type									0,09
h	331	215,5	1,2	200	0,13	0,69	0,00	22	0,77
h	332	216	1,35	200	0,13	0,78	0,00	22	0,87
moyenne									0,82
écart-type									0,07
h	S1	220	1,25	200	0,13	0,70	0,00	22	0,78
h	S2	216	1,25	200	0,13	0,72	0,00	22	0,80
moyenne									0,79
écart-type									0,01

Journée	Code	Ve (ml)	V1 (ml)	V0 (ml)	Vb (ml)	X (mg/l)	X eau distillée (mg/l)	Veau distillée (ml)	N-Kjeldahl (mg/l)
	eau distillée	200	0	200	0,13	0,00			
i	E1	226	0,4	200	0,13	0,16	0,00	22	0,17
i	E2	-	-	-	-	-	-	-	-
moyenne									0,17
écart-type									-
i	361	216	0,55	200	0,13	0,27	0,00	22	0,30
i	362	215	0,3	200	0,13	0,10	0,00	22	0,12
moyenne									0,21
écart-type									0,13
i	231	214	0,65	200	0,13	0,33	0,00	22	0,37
i	232	229,5	0,8	200	0,13	0,40	0,00	22	0,44
moyenne									0,41
écart-type									0,05
i	S1	224	1,35	200	0,13	0,75	0,00	22	0,83
i	S2	223	1,4	200	0,13	0,79	0,00	22	0,87
moyenne									0,85
écart-type									0,03
	eau distillée	200	0	200	0,2	0,00			
j	E1	217	0,25	200	0,2	0,02	0,00	22	0,02
j	E2	233	0,2	200	0,2	-0,02	0,00	22	-
moyenne									0,02
écart-type									-
j	361	219	0,55	200	0,05	0,32	0,00	22	0,35
j	362	219	0,6	200	0,05	0,35	0,00	22	0,39
moyenne									0,37
écart-type									0,03
j	231	221	0,5	200	0,05	0,28	0,00	22	0,31
j	232	220	0,5	200	0,05	0,28	0,00	22	0,31
moyenne									0,31
écart-type									0,00
j	S1	223	0,95	200	0,05	0,56	0,00	22	0,62
j	S2	216	1,15	200	0,05	0,71	0,00	22	0,79
moyenne									0,71
écart-type									0,12
	eau distillée	200	0	200	0,05	0,00			
k	E1	229	0,3	200	0,05	0,15	0,00	22	0,16
k	E2	225	0,35	200	0,05	0,18	0,00	22	0,20
moyenne									0,18
écart-type									0,03
k	361	219	0,55	200	0,05	0,32	0,00	22	0,35
k	362	216,5	0,55	200	0,05	0,32	0,00	22	0,36
moyenne									0,35
écart-type									0,00
k	231	221	0,65	200	0,05	0,38	0,00	22	0,42
k	232	221	0,6	200	0,05	0,35	0,00	22	0,38
moyenne									0,40
écart-type									0,02

Journée	Code	Ve (ml)	V1 (ml)	V0 (ml)	Vb (ml)	X (mg/l)	X eau distillée (mg/l)	Veau distillée (ml)	N-Kjeldahl (mg/l)
k	S1	220	1,05	200	0,05	0,63	0,00	22	0,70
k	S2	221	1,3	200	0,05	0,79	0,00	22	0,88
moyenne									0,79
écart-type									0,12
	eau distillée	222	0,2	200	0,13	0,04			
l	E1	254	0,55	200	0,13	0,21	0,04	22	0,23
l	E2	246	0,45	200	0,13	0,17	0,04	22	0,18
moyenne									0,20
écart-type									0,04
l	361	192,5	0,65	200	0,13	0,38	0,04	22	0,43
l	362	192	0,65	200	0,13	0,38	0,04	22	0,43
moyenne									0,43
écart-type									0,00
l	231	240	1,15	200	0,13	0,58	0,04	22	0,63
l	232	214	0,9	200	0,13	0,50	0,04	22	0,55
moyenne									0,59
écart-type									0,06
l	S1	209,5	1,25	200	0,13	0,74	0,04	22	0,83
l	S2	212	1,1	200	0,13	0,64	0,04	22	0,70
moyenne									0,77
écart-type									0,09

Dosages d'azote minéral dissous.

Lieu de prélèvement	Date	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)			
Entrée	d	0,056	0,028	1,162			
		0,064	0,028	1,127			
		0,056	0,025	1,166			
		moyenne	0,059	0,027	1,152		
		écart-type	0,005	0,002	0,021		
		Sortie lot 39	d	0,154	0,032	1,124	
				0,154	0,030	1,090	
				0,180	0,030	1,125	
				moyenne	0,163	0,031	1,113
				écart-type	0,015	0,001	0,020
Sortie lot 33	d	rejets	0,104	0,004	-0,039		
		0,638	0,032	1,124			
		0,638	0,028	1,092			
		0,638	0,028	1,092			
		moyenne	0,638	0,029	1,103		
Sortie pisciculture	d	écart-type	0,000	0,002	0,018		
		rejets	0,579	0,002	-0,049		
		0,251	0,028	1,162			
		0,255	0,025	1,131			
		0,255	0,025	1,131			
moyenne		0,254	0,026	1,141			
		écart-type	0,002	0,002	0,018		
		rejets	0,195	-0,001	-0,010		
Entrée	e	0,071	0,037	0,961			
		0,071	0,033	0,964			
		0,071	0,033	0,964			
		0,089	0,040	0,993			
		0,089	0,037	0,996			
		0,089	0,037	0,996			
		0,107	0,037	0,978			
		0,089	0,037	0,978			
		0,089	0,037	0,978			
		moyenne	0,085	0,036	0,979		
	Sortie lot 39	e	écart-type	0,012	0,002	0,014	
			0,304	0,063	0,987		
			0,304	0,060	1,008		
			0,304	0,060	1,008		
			0,321	0,040	0,993		
			0,321	0,040	0,993		
			0,321	0,040	0,993		
			0,321	0,037	0,996		
			0,321	0,037	0,996		
			moyenne	0,315	0,046	0,997	
écart-type		0,009	0,011	0,007			
		rejets	0,230	0,010	0,018		

Lieu de prélèvement	Date	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)		
Sortie lot 33	e	0,482	0,037	0,996		
		0,482	0,037	0,996		
		0,482	0,037	0,996		
		0,446	0,040	0,958		
		0,446	0,037	0,961		
		0,446	0,037	0,978		
		0,464	0,040	1,010		
		0,446	0,040	1,098		
		0,446	0,040	1,045		
		moyenne	0,460	0,038	1,004	
		écart-type	0,017	0,002	0,044	
		rejets	0,375	0,002	0,026	
		Sortie pisciculture	e	0,357	0,030	0,968
0,357	0,027			0,988		
0,357	0,027			0,971		
0,357	0,030			1,003		
0,357	0,033			0,999		
0,357	0,033			0,999		
0,357	0,033			0,964		
0,357	0,033			0,947		
0,357	0,033			0,947		
moyenne	0,357			0,031	0,976	
écart-type	0,000			0,003	0,022	
rejets	0,272			-0,005	-0,002	
Entrée	f			0,029	0,039	1,012
		0,004	0,025	0,956		
		0,004	0,028	0,952		
		moyenne	0,012	0,031	0,973	
		écart-type	0,014	0,007	0,034	
		Sortie lot 39	f	0,242	0,032	0,984
				0,246	0,035	0,980
				0,238	0,046	1,005
				moyenne	0,242	0,038
		Sortie lot 33	f	0,004	0,007	0,013
rejets	0,230			0,007	0,016	
0,242	0,032			0,984		
Sortie pisciculture	f	0,250	0,028	0,987		
		0,246	0,028	0,987		
		moyenne	0,246	0,029	0,986	
		écart-type	0,004	0,002	0,002	
		rejets	0,234	-0,001	0,013	
		0,234	-0,001	0,013		
		0,342	0,032	0,984		
Sortie pisciculture	f	0,321	0,046	0,970		
		0,321	0,049	0,966		
		moyenne	0,328	0,042	0,973	
		écart-type	0,012	0,009	0,009	
rejets	0,316	0,012	0,000			

Lieu de prélèvement	Date	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	
Entrée	g	0,004	0,003	0,903	
		0,004	0,003	0,738	
		0,004	0,003	0,738	
	moyenne	0,004	0,003	0,793	
	écart-type	0,000	0,000	0,095	
	Sortie lot 39	g	0,307	0,003	0,955
			0,307	0,003	0,955
			0,311	0,018	0,976
	moyenne	0,308	0,008	0,962	
	écart-type	0,002	0,009	0,012	
	rejets	0,304	0,005	0,169	
	Sortie lot 33	g	0,275	0,006	0,952
			0,275	0,012	0,946
			0,275	0,006	0,952
	moyenne	0,275	0,008	0,950	
écart-type	0,000	0,003	0,003		
rejets	0,271	0,005	0,157		
Sortie pisciculture	g	0,257	0,061	0,897	
		0,257	0,061	0,897	
		0,268	0,006	0,952	
moyenne	0,261	0,043	0,915		
écart-type	0,006	0,032	0,032		
rejets	0,257	0,040	0,122		
Entrée	h	0,046	0,003	0,988	
		0,039	0,003	0,959	
		0,039	0,003	0,959	
	moyenne	0,041	0,003	0,969	
	écart-type	0,004	0,000	0,017	
	Sortie lot 39	h	0,215	0,003	0,988
			0,215	0,003	0,988
			0,215	0,003	0,988
	moyenne	0,215	0,003	0,988	
	écart-type	0,000	0,000	0,000	
	rejets	0,174	0,000	0,019	
	Sortie lot 33	h	0,391	0,003	0,988
			0,457	0,003	0,988
			0,457	0,003	0,988
	moyenne	0,435	0,003	0,988	
écart-type	0,038	0,000	0,000		
rejets	0,394	0,000	0,019		
Sortie pisciculture	h	0,457	0,003	0,988	
		0,424	0,003	0,988	
		0,391	0,003	0,988	
moyenne	0,424	0,003	0,988		
écart-type	0,033	0,000	0,000		
rejets	0,383	0,000	0,019		
Entrée	i	0,035	0,000	1,021	
		0,035	0,000	0,992	
		0,035	0,000	0,992	
		moyenne	0,035	0,000	1,002
		écart-type	0,000	0,000	0,017

Lieu de prélèvement	Date	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)			
Sortie lot 36	i	0,099	0,003	0,959			
		0,109	0,003	0,988			
		0,105	0,003	0,988			
		moyenne	0,104	0,003	0,978		
		écart-type	0,005	0,000	0,017		
		rejets	0,069	0,003	-0,023		
		Sortie lot 23	i	0,153	0,003	0,959	
				0,153	0,003	0,959	
				0,150	0,003	0,959	
				moyenne	0,152	0,003	0,959
écart-type	0,002			0,000	0,000		
rejets	0,117			0,003	-0,043		
Sortie pisciculture	i			0,511	0,003	1,018	
				0,479	0,003	1,018	
				0,511	0,003	1,018	
				moyenne	0,500	0,003	1,018
		écart-type	0,018	0,000	0,000		
		rejets	0,465	0,003	0,016		
		Entrée	j	0,036	0,003	1,093	
				0,036	0,003	1,062	
				0,034	0,003	1,062	
				moyenne	0,035	0,003	1,072
écart-type	0,001			0,000	0,018		
Sortie lot 36	j			0,124	0,003	1,062	
				0,129	0,003	1,062	
				0,127	0,003	1,062	
				moyenne	0,127	0,003	1,062
				écart-type	0,003	0,000	0,000
		rejets	0,091	0,000	-0,010		
		Sortie lot 23	j	0,109	0,012	1,053	
				0,109	0,009	1,056	
				0,109	0,012	1,053	
				moyenne	0,109	0,011	1,054
écart-type	0,000			0,002	0,002		
rejets	0,074			0,008	-0,018		
Sortie pisciculture	j			0,491	0,003	1,062	
				0,466	0,003	1,062	
				0,491	0,003	1,062	
				moyenne	0,483	0,003	1,062
		écart-type	0,014	0,000	0,000		
		rejets	0,447	0,000	-0,010		
		Entrée	k	0,045	0,003	1,062	
				0,037	0,003	1,092	
				0,037	0,003	1,062	
				moyenne	0,040	0,003	1,072
écart-type	0,005			0,000	0,017		

Lieu de prélèvement	Date	N-NH ₃ +NH ₄ ⁺ (mg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)		
Sortie lot 36	k	0,111	0,003	1,092		
		0,113	0,003	1,092		
		0,116	0,003	1,092		
		moyenne	0,113	0,003	1,092	
		écart-type	0,003	0,000	0,000	
		rejets	0,074	0,000	0,020	
		Sortie lot 23	k	0,092	0,003	1,062
0,092	0,003	1,092				
0,089	0,003	1,123				
moyenne	0,091	0,003		1,092		
écart-type	0,002	0,000		0,031		
rejets	0,051	0,000		0,020		
Sortie pisciculture	k	0,421		0,003	1,092	
0,474		0,003	1,062			
0,526		0,003	1,062			
moyenne		0,474	0,003	1,072		
écart-type		0,053	0,000	0,017		
rejets		0,434	0,000	0,000		
Entrée		l	0,072	0,003	1,047	
	0,068		0,003	1,047		
	0,068		0,003	1,047		
	moyenne		0,069	0,003	1,047	
	écart-type		0,002	0,000	0,000	
	Sortie lot 36		l	0,164	0,003	1,047
	0,164			0,003	1,047	
0,164	0,003	1,047				
moyenne	0,164	0,003		1,047		
écart-type	0,000	0,000		0,000		
rejets	0,095	0,000		0,000		
Sortie lot 23	l	0,324		0,003	1,047	
0,324		0,003	1,047			
0,324		0,003	1,047			
moyenne		0,324	0,003	1,047		
écart-type		0,000	0,000	0,000		
rejets		0,255	0,000	0,000		
Sortie pisciculture		l	0,511	0,003	1,047	
0,511	0,003		1,047			
0,460	0,003		1,047			
moyenne	0,494		0,003	1,047		
écart-type	0,029		0,000	0,000		
rejets	0,425		0,000	0,000		

Lieu	Date	Particulaire N-total (µg/l)
Entrée	d	12,79
	e	9,03
	f	12,95
	g	8,93
	h	10,64
	i	8,99
	j	11,45
	k	2,63
Lot 39	l	18,23
	d	57,35
	e	58,22
	f	53,93
	g	100,58
Lot 36	h	39,46
	i	29,84
	j	40,41
	k	28,79
Lot 33	l	35,56
	d	77,1
	e	57,97
	f	130,89
Lot 23	g	64,91
	h	169,12
	i	50,72
	j	48,64
Sortie	k	38,58
	l	55,29
	d	44,32
	e	67,48
	f	64,43
	g	104,44
	h	82,64
	i	87,72
j	47,54	
k	54,59	
l	59,98	

Teneurs en azote particulaire.

		P-PO₄³⁻ (g/j)	Biomasse (kg)	Rejets (mg P-PO₄³⁻/kg.j)	Qalim (kg)	Rejets (g P-PO₄³⁻/kg)
Lot 39	d	32,9	1708	19,3	11,5	2,9
	e	26,6	1791	14,9	11,75	2,3
	f	48,2	1874	25,7	15,75	3,1
	(g)	83,6	1957	42,7	16	5,2
	h	42,8	2040	21,0	21	2,0
	moyenne*	37,6	1853,0	20,2	15,0	2,6
	écart-type*	9,7	141,9	4,5	4,4	0,5
CV*	26%	8%	22%	30%	19%	
Lot 36	i	47,7	3398	14,0	31,5	1,5
	j	57,0	3588	15,9	39,5	1,4
	k	13,4	3777	3,6	40	0,3
	l	17,3	3967	4,4	36	0,5
	moyenne	33,9	3682,7	9,5	36,8	0,9
	écart-type	21,8	244,6	6,4	3,9	0,6
	CV	64%	7%	68%	11%	66%
Lot 33	d	514,4	13868	37,1	112,5	4,6
	e	101,9	13967	7,3	83	1,2
	(f)	512,1	14065	36,4	62,5	8,2
	g	395,5	14164	27,9	112,5	3,5
	h	396,3	14262	27,8	105	3,8
	moyenne*	395,9	14212,8	27,9	108,8	3,6
	écart-type*	175,9	179,7	12,6	14,0	1,4
CV*	44%	1%	45%	13%	39%	
Lot 23	i	131,5	7410	17,7	60	2,2
	j	20,6	7431	2,8	27	0,8
	k	0,0	7451	0,0	25	0,0
	l	35,8	7472	4,8	49	0,7
	moyenne	47,0	7440,9	6,3	40,3	0,9
	écart-type	58,2	26,8	7,9	17,1	0,9
	CV	124%	0%	124%	42%	100%
Pisciculture				(kg/T)		
	d	2,3	120301	19,1	900	2,6
	e	1,3	123252	10,5	895	1,5
	f	4,5	126203	35,7	827,5	5,4
	g	5,8	129155	44,9	902,5	6,4
	h	5,7	132106	43,1	1032,5	5,5
	i	5,6	133622	41,9	722	7,8
	j	2,3	135138	17,0	962,5	2,4
	k	3,0	136654	22,2	831,5	3,6
	l	2,8	138170	20,3	878,5	3,2
	moyenne	3,4	135895,9	25,4	848,6	4,2
	écart-type	1,5	1957,1	11,2	100,3	2,4
	CV	43%	1%	44%	12%	56%

* = campagne entre () non prise en compte (pathologies)

Rejets liés à la biomasse et aux quantités d'aliment distribué.

		Débit (m ³ /h)	P-PO ₄ (mg P/l)	P-PO ₄ (g P/h)	P-PO ₄ (g P/j)
Lot 39	d	152,41	0,009	1,37	32,92
	e	144,53	0,008	1,11	26,59
	f	128,26	0,016	2,01	48,22
	g	125,94	0,028	3,48	83,62
	h	127,44	0,014	1,78	42,82
Lot 36	i	397,49	0,005	1,99	47,70
	j	419,28	0,006	2,38	57,02
	k	419,69	0,001	0,56	13,43
	l	539,36	0,001	0,72	17,26
Lot 33	d	483,50	0,044	21,44	514,44
	e	398,05	0,011	4,25	101,90
	f	441,50	0,048	21,34	512,14
	g	433,71	0,038	16,48	395,55
	h	399,47	0,041	16,51	396,27
Lot 23	i	410,87	0,013	5,48	131,48
	j	430,02	0,002	0,86	20,64
	k	432,25	0,000	0,00	0,00
	l	298,16	0,005	1,49	35,78
Pisciculture	d	4508,46	0,021	96,18	2,31
	e	4411,53	0,013	55,88	1,34
	f	4470,80	0,042	189,26	4,54
	g	4391,44	0,055	242,99	5,83
	h	4463,93	0,054	239,56	5,75
	i	4583,23	0,051	233,74	5,61
	j	4408,68	0,021	94,05	2,26
	k	4401,96	0,029	126,19	3,03
	l	4442,76	0,026	116,99	2,81

Rejets phosphatés.

Dosages et rejets de phosphates.

Lieu	date	valeur 1 (mg P-PO ₄ ³⁻ /l)	2 (mg P-PO ₄ ³⁻ /l)	3 (mg P-PO ₄ ³⁻ /l)	moyenne (mg P-PO ₄ ³⁻ /l)	écart-type (mg P-PO ₄ ³⁻ /l)
Entrée	d	0,009	0,007	0,005	0,007	0,002
	e	0,007	0,005	0,007	0,006	0,001
	f	0,009	0,009	0,009	0,009	0,000
	g	0,012	0,014	0,012	0,013	0,001
	h	0,012	0,017	0,009	0,013	0,004
	i	0,011	0,011	0,009	0,010	0,001
	j	0,007	0,007	0,007	0,007	0,000
	k	0,005	0,004	0,005	0,005	0,001
	l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,000
Sortie lot 39	d	0,016	0,016	0,016	0,016	0,000
	e	0,014	0,014	0,014	0,014	0,000
	f	0,028	0,022	0,024	0,025	0,003
	g	0,038	0,043	0,04	0,040	0,003
	h	0,028	0,024	0,028	0,027	0,002
Sortie lot 36	i	0,016	0,016	0,014	0,015	0,001
	j	0,012	0,014	0,012	0,013	0,001
	k	0,009	0,004	0,005	0,006	0,003
	l	0,007	0,005	0,007	0,006	0,001
Sortie lot 33	d	0,051	0,05	0,053	0,051	0,002
	e	0,014	0,018	0,019	0,017	0,003
	f	0,06	0,057	0,055	0,057	0,003
	g	0,052	0,052	0,048	0,051	0,002
	h	0,055	0,055	0,052	0,054	0,002
Sortie lot 23	i	0,023	0,025	0,023	0,024	0,001
	j	0,009	0,009	0,009	0,009	0,000
	k	0,005	0,004	0,005	0,005	0,001
	l	0,009	0,009	0,012	0,010	0,002
Sortie pisciculture	d	0,027	0,03	0,028	0,028	0,002
	e	0,012	0,018	0,027	0,019	0,008
	f	0,05	0,052	0,052	0,051	0,001
	g	0,071	0,071	0,062	0,068	0,005
	h	0,065	0,069	0,065	0,066	0,002
	i	0,062	0,062	0,06	0,061	0,001
	j	0,027	0,028	0,03	0,028	0,002
	k	0,032	0,034	0,034	0,033	0,001
	l	0,032	0,025	0,037	0,031	0,006

Teneurs en phosphates.

		Eau filtrée P-total (g/j)	Eau brute P-total (g/j)	Biomasse (kg)	Rejets (mg P/kg)	Qalim (kg)	Rejets (g P/kg)	Alim/bio
Lot 39	d	47,7	55,7	1708	32,6	11,5	4,8	0,7%
	e	31,7	173,6	1791	96,9	11,75	14,8	0,7%
	f	44,1	61,7	1874	33,0	15,75	3,9	0,8%
	(g)	109,0	255,0	1957	130,3	16	15,9	0,8%
	h	39,1	119,0	2040	58,3	21	5,7	1,0%
	moyenne*	40,7	102,5	1853,0	55,2	15,0	7,3	1%
	écart-type*	6,9	55,3	141,9	30,3	4,4	5,0	0%
	CV*	17%	54%	8%	55%	30%	69%	22%
Lot 36	i	-11,5	73,7	3398	21,7	31,5	2,3	0,9%
	j	140,0	187,9	3588	52,4	39,5	4,8	1,1%
	k	264,8	246,9	3777	65,4	40	6,2	1,1%
	l	39,9	378,9	3967	95,5	36	10,5	0,9%
	moyenne	108,3	221,8	3682,7	58,7	36,8	5,9	1%
	écart-type	121,9	127,0	244,6	30,6	3,9	3,4	0%
	CV	113%	57%	7%	52%	11%	58%	10%
Lot 33	d	668,5	529,7	13868	38,2	112,5	4,7	0,8%
	e	358,7	461,9	13967	33,1	83	5,6	0,6%
	(f)	510,6	576,8	14065	41,0	62,5	9,2	0,4%
	g	464,2	754,0	14164	53,2	112,5	6,7	0,8%
	h	449,3	792,5	14262	55,6	105	7,5	0,7%
	moyenne*	485,2	634,5	14065,1	45,0	103,3	6,1	1%
	écart-type*	193,6	238,5	4819,9	32,9	37,3	4,1	5%
CV*	40%	38%	34%	73%	36%	67%	717%	
Lot 23	i	240,5	269,8	7410	36,4	60	4,5	0,8%
	j	112,9	254,2	7431	34,2	27	9,4	0,4%
	k	255,5	353,1	7451	47,4	25	14,1	0,3%
	l	90,2	183,9	7472	24,6	49	3,8	0,7%
	moyenne	174,8	265,2	7440,9	35,7	40,3	7,9	1%
	écart-type	85,3	69,5	26,8	9,3	17,1	4,8	0%
CV	49%	26%	0%	26%	42%	61%	43%	
Pisciculture	d	2881,5	1999,4	120301	16,6	900	2,2	0,7%
	e	5178,8	6863,2	123252	55,7	895	7,7	0,7%
	f	5728,9	6399,6	126203	50,7	827,5	7,7	0,7%
	g	6915,7	15598,8	129155	120,8	902,5	17,3	0,7%
	h	5142,9	8916,9	132106	67,5	1032,5	8,6	0,8%
	i	4385,1	7920,7	133622	59,3	722	11,0	0,5%
	j	5188,0	6951,5	135138	51,4	962,5	7,2	0,7%
	k	4677,0	6173,7	136654	45,2	831,5	7,4	0,6%
	l	4009,5	5342,3	138170	38,7	878,5	6,1	0,6%
	moyenne		7061,0	moyenne	56,2	moyenne	7,9	0,6%
	écart-type		1408,6	écart-type	28,2	écart-type	2,1	0,1%
	CV		20%	CV	50%	CV	27%	11%

* = campagne entre () non prise en compte (pathologie)

Rejets liés à la biomasse et aux quantités d'aliment distribué.

Entité	Date	Débit	Eau filtrée P-total (g/h)	Eau brute P-total (g/h)	Eau filtrée P-total (g/j)	Eau brute P-total (g/j)
Lot 39	d	152,41	2,0	2,3	47,7	55,7
	e	144,53	1,3	7,2	31,7	173,6
	f	128,26	1,8	2,6	44,1	61,7
	g	125,94	4,5	10,6	109,0	255,0
	h	127,44	1,6	5,0	39,1	119,0
Lot 36	i	397,49	-0,5	3,1	-11,5	73,7
	j	419,28	5,8	7,8	140,0	187,9
	k	419,69	11,0	10,3	264,8	246,9
	l	539,36	1,7	15,8	39,9	378,9
Lot 33	d	483,50	27,9	22,1	668,5	529,7
	e	398,05	14,9	19,2	358,7	461,9
	f	441,50	21,3	24,0	510,6	576,8
	g	433,71	19,3	31,4	464,2	754,0
	h	399,47	18,7	33,0	449,3	792,5
Lot 23	i	410,87	10,0	11,2	240,5	269,8
	j	430,02	4,7	10,6	112,9	254,2
	k	432,25	10,6	14,7	255,5	353,1
	l	298,16	3,8	7,7	90,2	183,9
Pisciculture	d	4508,46	120,1	83,3	2881	1999
	e	4411,53	215,8	286,0	5179	6863
	f	4470,80	238,7	266,6	5729	6400
	g	4391,44	288,2	650,0	6916	15599
	h	4463,93	214,3	371,5	5143	8917
	i	4583,23	182,7	330,0	4385	7921
	j	4408,68	216,2	289,6	5188	6951
	k	4401,96	194,9	257,2	4677	6174
	l	4442,76	167,1	222,6	4010	5342

Rejets phosphorés.

Dosages de phosphore total sur l'eau brute et l'eau filtrée.

Code	DO	Courbe étalon	P-total (µg P/l)	Code	DO	Courbe étalon	P-total (µg P/l)
Blanc		D	3,4				
dFE1	0,148	A	153,0	dBE1	0,1	A	76,8
dFE2	0,070	A	64,3	dBE2	0,1	A	60,9
moyenne			108,6	moyenne			68,9
écart-type			62,7	écart-type			11,2
dF391	0,054	A	46,1	dB391	0,1	A	89,3
dF392	0,025	A	13,2	dB392	0,1	A	84,8
moyenne			29,7	moyenne			87,0
écart-type			23,3	écart-type			3,2
dF331	0,044	A	34,8	dB331	0,1	A	118,9
dF332	0,128	A	130,2	dB332	0,1	A	103,0
moyenne			82,5	moyenne			110,9
écart-type			67,5	écart-type			11,2
dFS1	0,287	A	310,9	dBS1	0,1	A	80,2
dFS2	0,107	A	106,4	dBS2	0,1	A	90,5
moyenne			208,6	moyenne			85,3
écart-type			144,6	écart-type			7,2
Blanc	0,011	D	3,4				
eFE1	0,038	B	24,8	eBE1	0,0	B	31,6
eFE2	0,040	B	27,0	eBE2	0,0	B	36,1
moyenne			25,9	moyenne			33,9
écart-type			1,6	écart-type			3,2
eF391	0,054	B	43,0	eB391	0,1	B	81,6
eF392	0,052	B	40,7	eB392	0,1	B	83,9
moyenne			41,8	moyenne			82,7
écart-type			1,6	écart-type			1,6
eF331	0,074	B	65,7	eB331	0,1	B	82,7
eF332	0,082	B	74,8	eB332	0,1	B	79,3
moyenne			70,2	moyenne			81,0
écart-type			6,4	écart-type			2,4
eFS1	0,087	B	80,5	eBS1	0,1	B	91,8
eFS2	0,089	B	82,7	eBS2	0,1	B	103,2
moyenne			81,6	moyenne			97,5
écart-type			1,6	écart-type			8,0
Blanc	0,011	D	3,4				
fFE1	0,075	C	65,2	fBE1	0,0	C	16,3
fFE2	0,086	C	76,7	fBE2	0,0	C	15,2
moyenne			71,0	moyenne			15,8
écart-type			8,1	écart-type			0,7
fF391	0,06	C	49,6	fB391	0,1	C	52,7
fF392	0,055	C	44,4	fB392	0,1	C	52,7
moyenne			47,0	moyenne			52,7
écart-type			3,7	écart-type			0,0
fF331	0,087	C	77,7	fB331	0,1	C	74,6
fF332	0,093	C	84,0	fB332	0,1	C	99,6
moyenne			80,9	moyenne			87,1
écart-type			4,4	écart-type			17,7
fFS1	0,093	C	84,0	fBS1	0,1	C	93,4
fFS2	0,097	C	88,2	fBS2	0,1	C	91,3
moyenne			86,1	moyenne			92,3
écart-type			2,9	écart-type			1,5

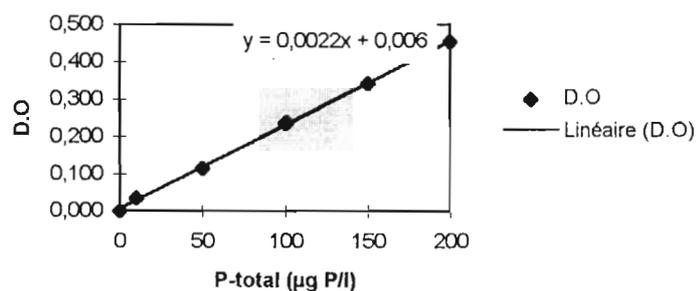
Code	DO	Courbe étalon	P-total (µg P/l)	Code	DO	Courbe étalon	P-total (µg P/l)
Blanc	0,011	D	3,4	gBE1	0,1	D	81,8
gFE1	0,056	D	51,1	gBE2	0,1	D	87,5
gFE2				moyenne			84,7
moyenne			51,1	écart-type			4,0
gF391	0,069	D	65,9	gB391	0,1	D	98,9
gF392	0,074	D	71,6	gB392	0,1	D	135,2
moyenne			68,8	moyenne			117,0
écart-type			4,0	écart-type			25,7
gF331	0,084	D	83,0	gB331	0,1	D	104,5
gF332	0,074	D	71,6	gB332	0,1	D	105,7
moyenne			77,3	moyenne			105,1
écart-type			8,0	écart-type			0,8
gFS1	0,085	D	84,1	gBS1	0,2	D	165,9
gFS2	0,110	D	112,5	gBS2	0,2	D	195,5
moyenne			98,3	moyenne			180,7
écart-type			20,1	écart-type			20,9
Blanc	0,011	D	3,4	hBE1	0,1	D	51,1
hFE1	0,058	D	53,4	hBE2	0,0	D	34,1
hFE2	0,038	D	30,7	moyenne			42,6
moyenne			42,0	écart-type			12,1
écart-type			16,1	hB391	0,1	D	70,5
hF391	0,051	D	45,5	hB392	0,1	D	72,7
hF392	0,051	D	45,5	moyenne			71,6
moyenne			45,5	écart-type			1,6
écart-type			0,0	hB331	0,1	D	106,8
hF331	0,079	D	77,3	hB332	0,1	D	123,9
hF332	0,083	D	81,8	moyenne			115,3
moyenne			79,5	écart-type			12,1
écart-type			3,2	hBS1	0,1	D	130,7
hFS1	0,082	D	80,7	hBS2	0,1	D	101,1
hFS2	0,082	D	80,7	moyenne			115,9
moyenne			80,7	écart-type			20,9
écart-type			0,0	Blanc	0,011	D	3,4
iFE1	0,032	E	35,0	iBE1	0,0	E	45,8
iFE2	0,028	E	30,3	iBE2	0,0	E	50,5
moyenne			32,7	moyenne			48,1
écart-type			3,4	écart-type			3,4
iF361	0,033	E	36,2	iB361	0,0	E	38,6
iF362	0,025	E	26,7	iB362	0,0	E	42,2
moyenne			31,5	moyenne			40,4
écart-type			6,7	écart-type			2,5
iF231	0,044	E	49,3	iB231	0,1	E	58,9
iF232	0,057	E	64,8	iB232	0,1	E	61,2
moyenne			57,1	moyenne			60,0
écart-type			10,9	écart-type			1,7
iFS1	0,061	E	69,6	iBS1	0,1	E	105,3
iFS2	0,066	E	75,5	iBS2	0,1	E	104,1
moyenne			72,5	moyenne			104,7
écart-type			4,2	écart-type			0,8

Code	DO	Courbe étalon	P-total (µg P/l)	Code	DO	Courbe étalon	P-total (µg P/l)
Blanc		C	3,4	dBE3	0,0	F	32,7
dFE3	0,038	F	35,9				
dFE4	0,032	F	29,4				
moyenne			32,7	moyenne			32,7
écart-type			4,6				
dF393	0,051	F	50,1	dB393	0,0	F	47,9
dF394	0,043	F	41,4				
moyenne			45,7	moyenne			47,9
écart-type			6,1				
dF333	0,099	F	102,2	dB333	0,1	F	78,3
dF334	0,077	F	78,3				
moyenne			90,3	moyenne			78,3
écart-type			16,9				
dFS3	0,062	F	62,0	dBS3	0,1	F	51,2
dFS4	0,057	F	56,6				
moyenne			59,3	moyenne			51,2
écart-type			3,8				
Blanc		C	3,4	jFS3	0,044	i	38,5
gFE3	0,033	F	30,5	jFS4	0,041	i	35,1
gFE4	0,041	F	39,2	moyenne			36,8
moyenne			34,9	écart-type			2,4
écart-type			6,1	kB363	0,050	i	45,3
gBS3	0,098	F	101,2	kB364	0,057	i	53,3
gBS4	0,103	F	106,6	moyenne			49,3
moyenne			103,9	écart-type			5,6
écart-type			3,8	IB233	0,0	i	43,1
fFE3	0,036	F	33,8	IB234	0,0	i	37,4
fFE4	0,034	F	31,6	moyenne			40,2
moyenne			32,7	écart-type			4,0
écart-type			1,5				
fBE3	0,038	F	35,9				
fBE4	0,037	F	34,9				
moyenne			35,4				
écart-type			0,8				
Blanc		C	3,4	jBE1	0,0	G	51,9
jFE1	0,045	G	48,4	jBE2	0,1	G	59,1
jFE2	0,040	G	42,4	moyenne			55,5
moyenne			45,4	écart-type			5,1
écart-type			4,2	jB361	0,0	G	49,6
jF361	0,041	G	43,6	jB362	0,0	G	53,1
jF362	0,046	G	49,6	moyenne			51,4
moyenne			46,6	écart-type			2,5
écart-type			4,2	jB231	0,1	G	62,7
jF231	0,039	G	41,2	jB232	0,0	G	51,9
jF232	0,043	G	46,0	moyenne			57,3
moyenne			43,6	écart-type			7,6
écart-type			3,4	jBS1	0,1	G	84,1
jFS1	0,086	G	97,2	jBS2	0,1	G	112,7
jFS2	0,060	G	66,2	moyenne			98,4
moyenne			81,7	écart-type			20,2
écart-type			21,9				

Code	DO	Courbe étalon	P-total (µg P/l)	Code	DO	Courbe étalon	P-total (µg P/l)
Blanc	0,011	C	3,4				
kFE1	0,050	G	54,3	kBE1	0,1	H	51,2
kFE2	0,043	G	46,0	kBE2	0,0	H	38,1
moyenne			50,2	moyenne			44,7
écart-type			5,9	écart-type			9,3
kF361	0,061	H	57,2	kB361	0,1	H	47,7
kF362	0,064	H	60,8	kB362	0,1	H	66,7
moyenne			59,0	moyenne			57,2
écart-type			2,5	écart-type			13,5
kF231	0,048	G	51,9	kB231	0,1	H	67,9
kF232	0,057	G	62,7	kB232	0,1	H	65,5
moyenne			57,3	moyenne			66,7
écart-type			7,6	écart-type			1,7
kFS1	0,078	G	87,7	kBS1	0,1	H	101,2
kFS2	0,060	G	66,2	kBS2	0,1	H	81,0
moyenne			76,9	moyenne			91,1
écart-type			15,2	écart-type			14,3
Blanc	0,011	C	3,4				
IFE1	0,031	H	21,5	IBE1	0,0	H	41,7
IFE2	0,027	H	16,7	IBE2	0,0	H	35,8
moyenne			19,1	moyenne			38,7
écart-type			3,4	écart-type			4,2
IF361	0,034	H	25,0	IB361	0,1	H	65,5
IF362	0,052	H	46,5	IB362	0,1	H	58,4
moyenne			35,8	moyenne			61,9
écart-type			15,2	écart-type			5,1
IF231	0,045	H	38,1	IB231	0,1	H	70,3
IF232	0,057	H	52,4	IB232	0,1	H	46,5
moyenne			45,3	moyenne			58,4
écart-type			10,1	écart-type			16,8
IFS1	0,076	H	75,0	IBS1	0,1	H	77,4
IFS2	0,068	H	65,5	IBS2	0,1	H	88,1
moyenne			70,3	moyenne			82,8
écart-type			6,7	écart-type			7,6
Blanc	0,011	C	3,4				
hFE3	0,035	i	28,3	IF363	0,0	i	40,8
hFE4	0,037	i	30,6	IF364	0,0	i	40,8
moyenne			29,4	moyenne			40,8
écart-type			1,6	écart-type			0,0
jBS3	0,063	i	60,1	IBE3	0,0	i	27,2
jBS4	0,067	i	64,7	IBE4	0,0	i	22,6
moyenne			62,4	moyenne			24,9
écart-type			3,2	écart-type			3,2

Gamme étalon A

concentration ($\mu\text{g P/l}$)	0	10	50	100	150	200
D.O	0,000	0,035	0,114	0,237	0,343	0,453

Courbe étalon A

$$y = 0,0022x + 0,006$$

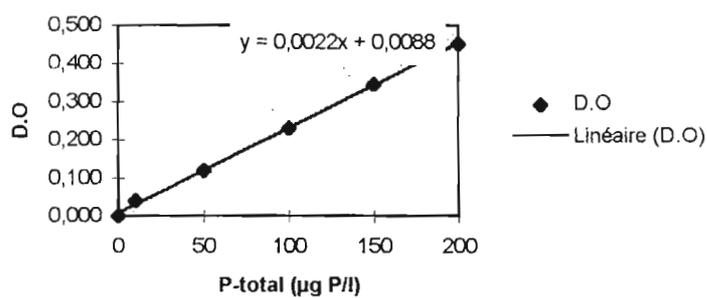
$$Y = \text{D.O}$$

$$X = \text{P-total}$$

$$x = (y - 0,006) / 0,0022$$

Gamme étalon B

concentration ($\mu\text{g P/l}$)	0	10	50	100	150	200
D.O	0,000	0,040	0,120	0,231	0,345	0,452

Courbe étalon B

$$y = 0,0022x + 0,0088$$

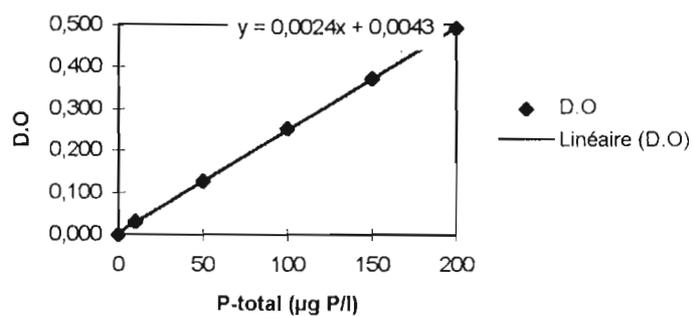
$$Y = \text{D.O}$$

$$X = \text{P-total}$$

$$x = (y - 0,0088) / 0,0022$$

Gamme étalon C

concentration ($\mu\text{g P/l}$)	0	10	50	100	150	200
D.O	0,000	0,031	0,127	0,252	0,371	0,491

Courbe étalon C

$$y = 0,0024x + 0,0043$$

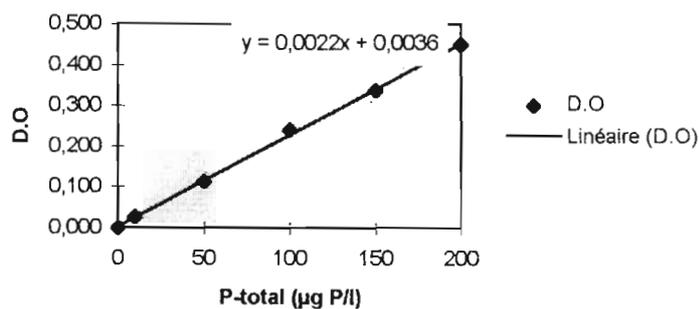
$$Y = \text{D.O.}$$

$$X = \text{P-total}$$

$$x = (y - 0,0043) / 0,0024$$

Gamme étalon D

concentration ($\mu\text{g P/l}$)	0	10	50	100	150	200
D.O	0,000	0,026	0,113	0,241	0,338	0,449

Courbe étalon D

$$y = 0,0022x + 0,0036$$

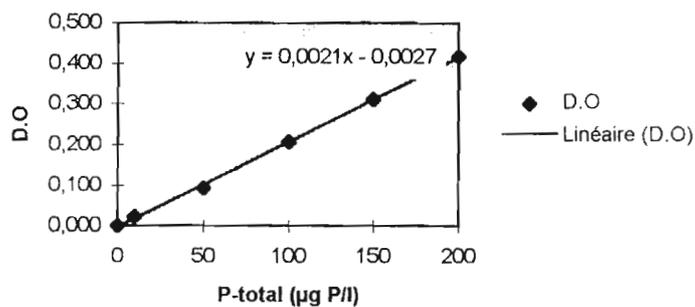
$$Y = \text{D.O.}$$

$$X = \text{P-total}$$

$$x = (y - 0,0036) / 0,0022$$

Gamme étalon G

concentration ($\mu\text{g P/l}$)	0	10	50	100	150	200
D.O	0,000	0,022	0,093	0,208	0,312	0,418

Courbe étalon G

$$y = 0,0021x - 0,0027$$

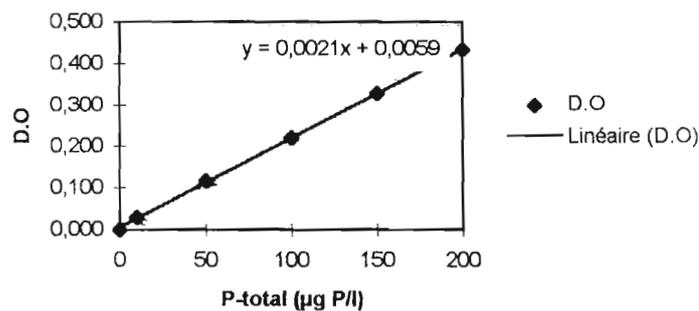
Y = D.O

X = P-total

$$x = (y + 0,0027) / 0,0021$$

Gamme étalon H

concentration ($\mu\text{g P/l}$)	0	10	50	100	150	200
D.O	0,000	0,030	0,118	0,220	0,328	0,434

Courbe étalon H

$$y = 0,0021x + 0,0059$$

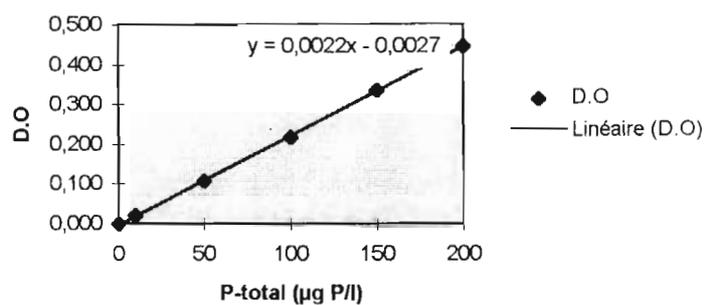
Y = D.O

X = P-total

$$x = (y - 0,0059) / 0,0021$$

Gamme étalon I

concentration ($\mu\text{g P/l}$)	0	10	50	100	150	200
D.O	0,000	0,020	0,107	0,218	0,335	0,446

Courbe étalon I

$$y = 0,0022x + 0,0027$$

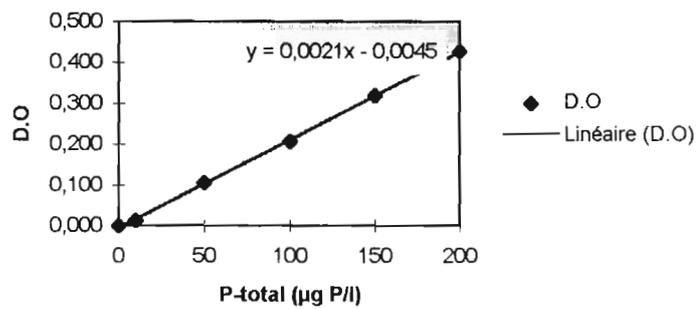
Y = D.O

X = P-total

$$x = (y - 0,0027) / 0,0022$$

Gamme étalon E

concentration ($\mu\text{g P/l}$)	0	10	50	100	150	200
D.O	0,000	0,013	0,105	0,206	0,318	0,427

Courbe étalon E

$$y = 0,0021x - 0,0045$$

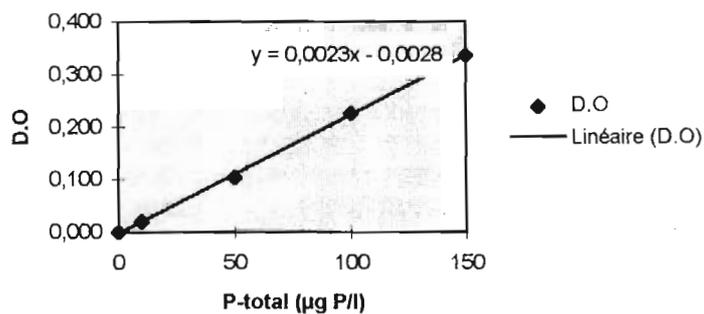
$$Y = \text{D.O}$$

$$X = \text{P-total}$$

$$x = (y + 0,0045) / 0,0021$$

Gamme étalon F

concentration ($\mu\text{g P/l}$)	0	10	50	100	150
D.O	0,000	0,020	0,104	0,226	0,336

Courbe étalon F

$$y = 0,0023x - 0,0028$$

$$Y = \text{D.O}$$

$$X = \text{P-total}$$

$$x = (y + 0,0028) / 0,0023$$

Rejets	Journée	Débit	TC (g/h)	IC (g/h)	TOC (g/h)	C particulaire (g/h)	(kg/j)
lot 39	d	152,41	-199,7	-68,6	-131,1	69,9	1,7
	e	144,53	33,2	-40,5	73,7	53,3	1,3
	f	128,26	187,9	114,1	73,7	43,8	1,1
	g	125,94	190,2	256,9	-66,7	59,2	1,4
	h	127,44	77,7	-36,3	114,1	27,5	0,7
	moyenne		57,9	45,1	12,7	50,7	1,22
	écart-type CV		159,5 2,8	138,3 3,1	105,7 8,3	16,1 0,3	0,39 32%
lot 36	i	397,49	329,9	147,1	182,8	109,6	2,6
	j	419,28	41,9	-145,7	187,6	110,5	2,7
	k	419,69	91,3	42,0	49,3	67,8	1,6
	l	539,36	1841,9	794,2	1047,7	95,7	2,3
	moyenne		576,3	209,4	366,9	95,9	2,30
	écart-type CV		853,1 1,5	408,3 1,9	458,4 1,2	19,9 0,2	0,48 21%
lot 33	d	483,50	426,3	566,5	-140,2	323,3	7,8
	e	398,05	820,0	577,2	242,8	151,5	3,6
	f	441,50	719,6	538,6	181,0	274,7	6,6
	g	433,71	446,7	693,9	-247,2	109,7	2,6
	h	399,47	1030,6	647,1	383,5	306,5	7,4
	moyenne		688,7	604,7	84,0	233,1	5,60
	écart-type CV		256,2 0,4	63,9 0,1	266,6 3,2	96,4 0,4	2,31 41%
lot 23	i	410,87	-476,6	-406,8	-69,8	128,5	3,1
	j	430,02	682,7	342,9	339,7	151,2	3,6
	k	432,25	356,6	363,1	-6,5	133,9	3,2
	l	298,16	696,9	298,2	398,8	170,1	4,1
	moyenne		314,9	149,4	165,5	145,9	3,50
	écart-type CV		550,6 1,7	371,7 2,5	237,9 1,4	18,8 0,1	0,45 13%
pisciculture	d	4508,46	10091,4	8859,1	1232,3	1245,6	29,9
	e	4411,53	9749,5	7279,0	2470,5	1324,8	31,8
	f	4470,80	-111,8	-156,5	44,7	1442,2	34,6
	g	4391,44	2503,1	3425,3	-922,2	2914,2	69,9
	h	4463,93	1651,7	2388,2	-736,5	2422,0	58,1
	i	4583,23	-2910,4	802,1	-3712,4	3586,5	86,1
	j	4408,68	4100,1	1818,6	2281,5	1958,5	47,0
	k	4401,96	-5392,4	-5898,6	506,2	1741,1	41,8
	l	4442,76	12162,0	6997,3	5164,7	1859,3	44,6
	moyenne		1922,2	1221,5	700,7	2313,5	55,52
	écart-type CV		6828,8 3,6	4635,5 3,8	3316,8 4,7	757,0 0,3	18,17 33%

Rejets carbonés, dissous et particulaire, pondérés par les débits appropriés

Dosages de carbone minéral (IC) et de carbone total (TC) sur l'eau.

Code	TC (mg/l)	IC (mg/l)	Code	TC (mg/l)	IC (mg/l)
dE1	50,18	48,08	fE1	-	48,29
	49,57	47,85		-	48,32
moyenne	49,88	47,97	moyenne	48,59	48,31
écart-type	0,43	0,16	écart-type	-	0,02
d391	48,74	47,59	f391	50,00	49,16
	48,39	47,44		50,11	49,23
moyenne	48,57	47,52	moyenne	50,06	49,20
écart-type	0,25	0,11	écart-type	0,08	0,05
d331	50,58	49,37	f331	50,24	49,49
	50,79	49,15		50,20	49,56
	50,90	48,89			
moyenne	50,76	49,14	moyenne	50,22	49,53
écart-type	0,16	0,24	écart-type	0,03	0,05
dS1	52,81	50,07	fS1	48,66	48,33
	51,83	49,92		48,47	48,21
	51,70	49,80		-	-
moyenne	52,11	49,93	moyenne	48,57	48,27
écart-type	0,61	0,14	écart-type	0,13	0,08
eE1	47,64	46,43	hE1	49,39	47,00
e391	47,87	46,15		49,60	47,09
e331	49,70	47,88	moyenne	49,50	47,05
eS1	49,85	48,08	écart-type	0,15	0,06
gE1	48,15	47,66	h391	50,10	46,93
	48,22	47,43		50,11	46,59
moyenne	48,19	47,55	moyenne	50,11	46,76
écart-type	0,05	0,16	écart-type	0,01	0,24
g391	49,74	49,41	h331	52,21	48,65
	49,65	49,76		51,94	48,68
moyenne	49,70	49,59	moyenne	52,08	48,67
écart-type	0,06	0,25	écart-type	0,19	0,02
g331	49,21	49,31	hS1	49,92	47,81
	49,22	48,99		49,81	47,35
moyenne	49,22	49,15	moyenne	49,87	47,58
écart-type	0,01	0,23	écart-type	0,08	0,33
gS1	48,49	48,39	jE2	44,76	44,28
	49,02	48,26		44,82	43,98
moyenne	48,76	48,33	moyenne	44,79	44,13
écart-type	0,37	0,09	écart-type	0,04	0,21
iE2	49,95	46,26	j362	45,38	44,35
	49,40	46,70		45,17	44,29
moyenne	49,68	46,48	moyenne	45,28	44,32
écart-type	0,39	0,31	écart-type	0,15	0,04
i361	51,04	46,83	j232	47,72	46,46
	49,97	46,87		47,60	46,30
moyenne	50,51	46,85	moyenne	47,66	46,38
écart-type	0,76	0,03	écart-type	0,08	0,11
i231	48,12	45,52	JS2	46,79	45,75
	48,91	45,46		46,70	45,56
moyenne	48,52	45,49	moyenne	46,75	45,66
écart-type	0,56	0,04	écart-type	0,06	0,13

Code	TC (mg/l)	IC (mg/l)	Code	TC (mg/l)	IC (mg/l)
iS1	48,70	46,69	kE2	46,50	40,22
	49,38	46,62		46,54	40,13
moyenne	49,04	46,66	moyenne	46,52	40,18
écart-type	0,48	0,05	écart-type	0,03	0,06
jE1	45,29	44,94	k362	46,93	40,63
	45,31	45,13		46,94	39,72
moyenne	45,30	45,04	moyenne	46,94	40,18
écart-type	0,01	0,13	écart-type	0,01	0,64
j361	44,87	44,05	k232	47,98	42,21
	45,16	44,25		47,85	41,76
moyenne	45,02	44,15	moyenne	47,92	41,99
écart-type	0,21	0,14	écart-type	0,09	0,32
j231	45,60	44,60	kS2	45,43	38,68
	45,61	44,16		45,09	37,96
moyenne	45,61	44,38	moyenne	45,26	38,32
écart-type	0,01	0,31	écart-type	0,24	0,51
jS1	45,20	44,36	IE2	41,64	37,68
	45,21	44,31		41,28	37,12
moyenne	45,21	44,34	moyenne	41,46	37,40
écart-type	0,01	0,04	écart-type	0,25	0,40
kE1	-	39,51	I362	45,31	39,41
	-	40,08		45,00	38,84
moyenne	46,53	39,80	moyenne	45,16	39,13
écart-type	0,21	0,40	écart-type	0,22	0,40
k361	46,57	40,18	I232	45,54	40,22
	46,53	39,81		45,32	39,59
moyenne	46,55	40,00	moyenne	45,43	39,91
écart-type	0,03	0,26	écart-type	0,16	0,45
k231	46,85	40,10	IS2	44,92	39,85
	46,72	39,23		45,66	39,67
moyenne	46,79	39,67	moyenne	45,29	39,76
écart-type	0,09	0,62	écart-type	0,52	0,13
kS1	45,36	39,31	I231	43,04	37,29
	45,32	38,63		42,54	36,86
moyenne	45,34	38,97	moyenne	42,79	37,08
écart-type	0,03	0,48	écart-type	0,35	0,30
IE1	42,52	37,61	IS1	43,74	38,39
	41,65	37,55		43,72	38,35
moyenne	42,09	37,58	moyenne	43,73	38,37
écart-type	0,62	0,04	écart-type	0,01	0,03
I361	45,51	38,92			
	44,93	38,68			
moyenne	45,22	38,80			
écart-type	0,41	0,17			

Lieu	Date	Particulaire		
		C organique (µg/l)	C total (µg/l)	
Entrée	d	194,78	182,19	
	e	108,37	108,52	
	f	129,87	95,70	
	g	103,89	122,73	
	h	195,51	116,68	
	i	139,21	160,15	
	j	90,92	139,53	
	k	168,04	116,06	
	l	158,47	178,30	
	Lot 39	d	787,40	506,89
		e	432,53	521,20
f		480,44	427,57	
g		457,81	709,40	
Lot 36	h	423,95	319,30	
	i	567,39	283,36	
	j	353,29	404,20	
	k	285,70	321,24	
Lot 33	l	401,52	290,13	
	d	884,34	829,97	
	e	496,77	481,22	
	f	668,35	801,77	
Lot 23	g	335,46	396,84	
	h	744,35	1102,31	
	i	563,18	439,34	
	j	498,88	421,04	
Sortie	k	452,42	392,74	
	l	732,89	634,46	
	d	467,65	461,88	
	e	318,27	499,21	
	f	388,15	482,60	
	g	786,67	767,16	
	h	662,94	734,37	
	i	829,85	1034,58	
j	624,55	494,38		
k	503,43	571,74		
l	535,43	638,33		

Teneurs en carbone particulaire.

Pour les calculs, on prendra la moyenne de Corganique et Ctotal.

**BUDDGET ESTIMATIF
DE L'ETUDE**

1. Personnel.		<u>Total net (F)</u>
Nombre * salaire net * taux de change * nombre de mois		
Cadre :	$1 * 15\ 000 * 1,4 * 7 =$	147 000
Technicien supérieur :	$1 * 8\ 500 * 1,4 * 6 =$	71 400
Stagiaire :	$1 * 2000 * 6 + 1 * 1000 * 2 =$	<u>14 000</u>
		232 400
 2. Consommable.		
Achats petit matériel		21 300
Analyses DNA (Diagnostic Nouveau Alimentaire)		12 300
IFREMER Créma-l'Houmeau		17 500
IFREMER Palavas-les-Flots		12 000
Frais de mission		14 000
Transport		<u>7 500</u>
		84 600
 3. Frais divers (gestion...) :		
	$5 \% * 316\ 600 =$	15 850

Total = 332,8 KF