HAL open science

L'utilisation de l'oxygène pur en pisciculture : ses possibilités et ses limites

Jean Petit, Patrick Maurel

To cite this version:

Jean Petit, Patrick Maurel. L'utilisation de l'oxygène pur en pisciculture : ses possibilités et ses limites. Pisciculture Française d'Eau Vive et d'Etang, 1981, 66, pp.5-13. hal-01600615

HAL Id: hal-01600615

https://hal.science/hal-01600615v1

Submitted on 2 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

L'utilisation de l'oxygène pur en pisciculture : ses possibilités et ses limites

par Jean PETIT* et Patrick MAUREL**

Les poissons consomment de l'oxygène qui est dissous dans l'eau, et la nécessité d'aérer est bien connue de tous les pisciculteurs. Pour satisfaire les besoins des poissons en oxygène, le pisciculteur dispose de trois moyens différents dans leur conception :

— Il peut augmenter le débit d'eau, solution simple et efficace si l'on dispose à volonté d'eau contenant de l'oxygène. En coût de fonctionnement, le prix de l'oxygène sera nul dans le cas d'une alimentation en eau gravitaire. En cas de pompage, son prix sera fonction de l'électricité dépensée.

— Une autre possibilité est d'introduire de l'air dans l'eau (aération). Mais l'air ne contient que 21 % d'oxygène, et il faut brasser beaucoup d'air pour incorporer peu d'oxygène. Par ailleurs, on bute rapidement sur la teneur de saturation de l'eau en oxygène. Le coût de l'oxygène dissous par ce moyen pourra être nul (cascade gravitaire), ou correspondra à des frais liés aux équipements nécessaires (turbines, pompes, etc.).

— Enfin, le pisciculteur peut introduire de l'air « enrichi » en oxygène (de 21 à 100 %) à partir d'une source d'oxygène pur, ce qui permet de satisfaire des besoins en oxygène beaucoup plus importants. Le coût de l'oxygène est alors lié à sa production ou à son achat et aux équipements nécessaires à sa dissolution.

Le recours à l'oxygène industriel, qu'il soit acheté ou produit sur place, peut-il ouvrir de nouvelles perspectives à la pisciculture, ou bien est-il utopique par sa technicité et son coût ?

C'est la question que nous nous proposons d'aborder maintenant.

I - L'OXYGÈNE, DOMAINE D'APPLICATION EN PISCICULTURE

Le recours à l'oxygène pur peut-il résoudre des problèmes de manque d'eau ? de température ? Est-ce intéressant économiquement ?

La réponse à ces questions, souvent posées, est oui, si :

— toutes les ressources en eau sont convenablement exploitées,

— toutes les possibilités de l'aération ont été utilisées.

Un domaine d'application type est celui où l'on cherche à conserver un stock de poissons l'été (voir figures 1, 2 et 3).

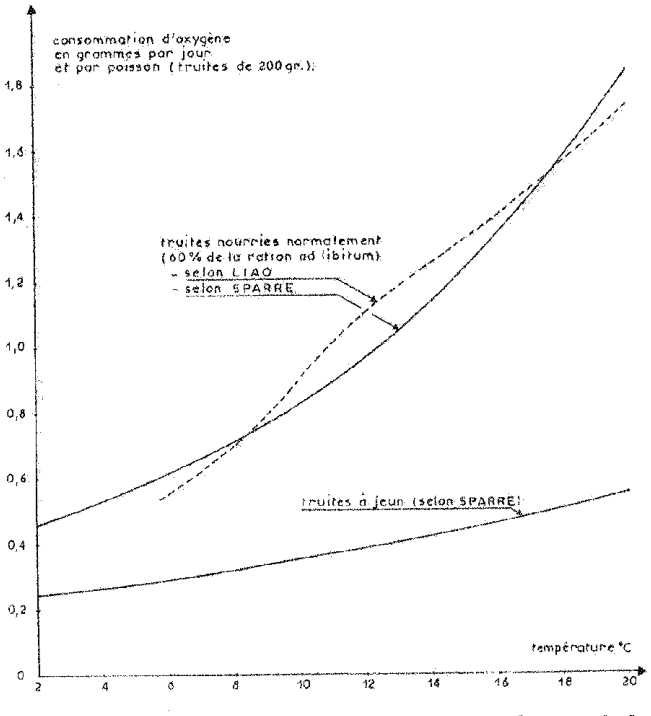


Fig. 1. — Ce graphique montre le fort accroissement de la consommation en oxygène d'une truite portion lorsque la température de l'eau augmente. Les deux courbes du haut indiquent cette consommation pour une truite nourrie normalement selon les tables du commerce. La courbe du bas l'indique pour une truite non nourrie. Ces courbes illustrent la nécessité, pour un pisciculteur, de diminuer la ration du poisson — et donc sa croissance — pour pouvoir maintenir son stock en place quand la température augmente.

(*) I.N.R.A., Laboratoire de Physiologie des Poissons, Campus Rennes-Beaulieu, B.P. 25 A, 35031 Rennes. Tél. (99) 63.18.88.

(**) Conseil en Technologie Piscicole, 50, rue Damrémont, 75018 Paris. Tél. (1) 257.43.93.

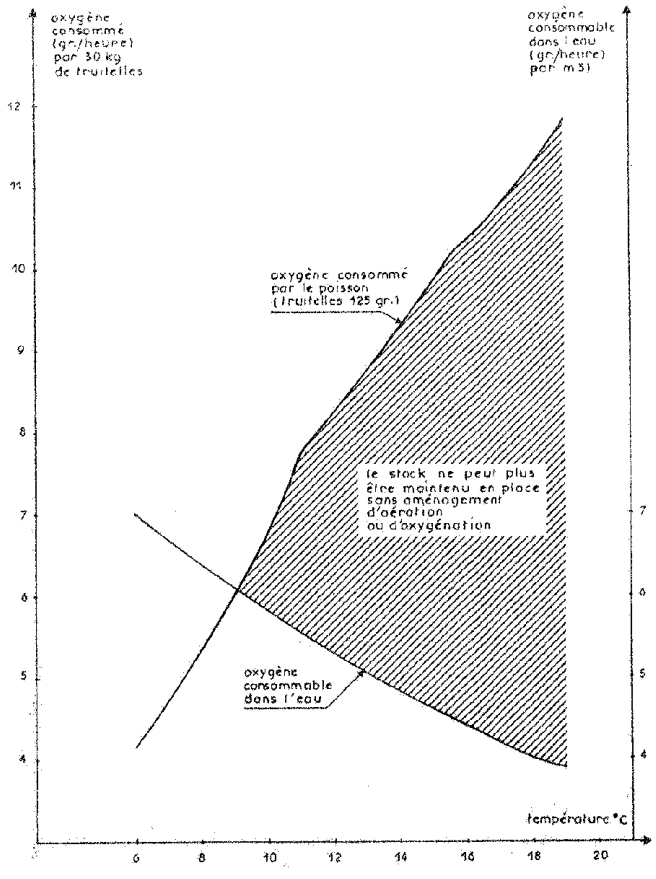


Fig. 2. — Lorsque la température de l'eau augmente, non seulement le poisson consomme plus d'oxygène, mais l'eau contient elle-même moins d'oxygène disponible pour le poisson. Le croisement des courbes correspondantes, qui résultent de mesures réelles sur une pisciculture, indique le moment où l'oxygène disponible naturellement ne suffit plus à la consommation du poisson, et où il faut, soit recourir à l'aération ou à l'oxygénation, soit diminuer la ration. Cet exemple correspond à un débit constant.

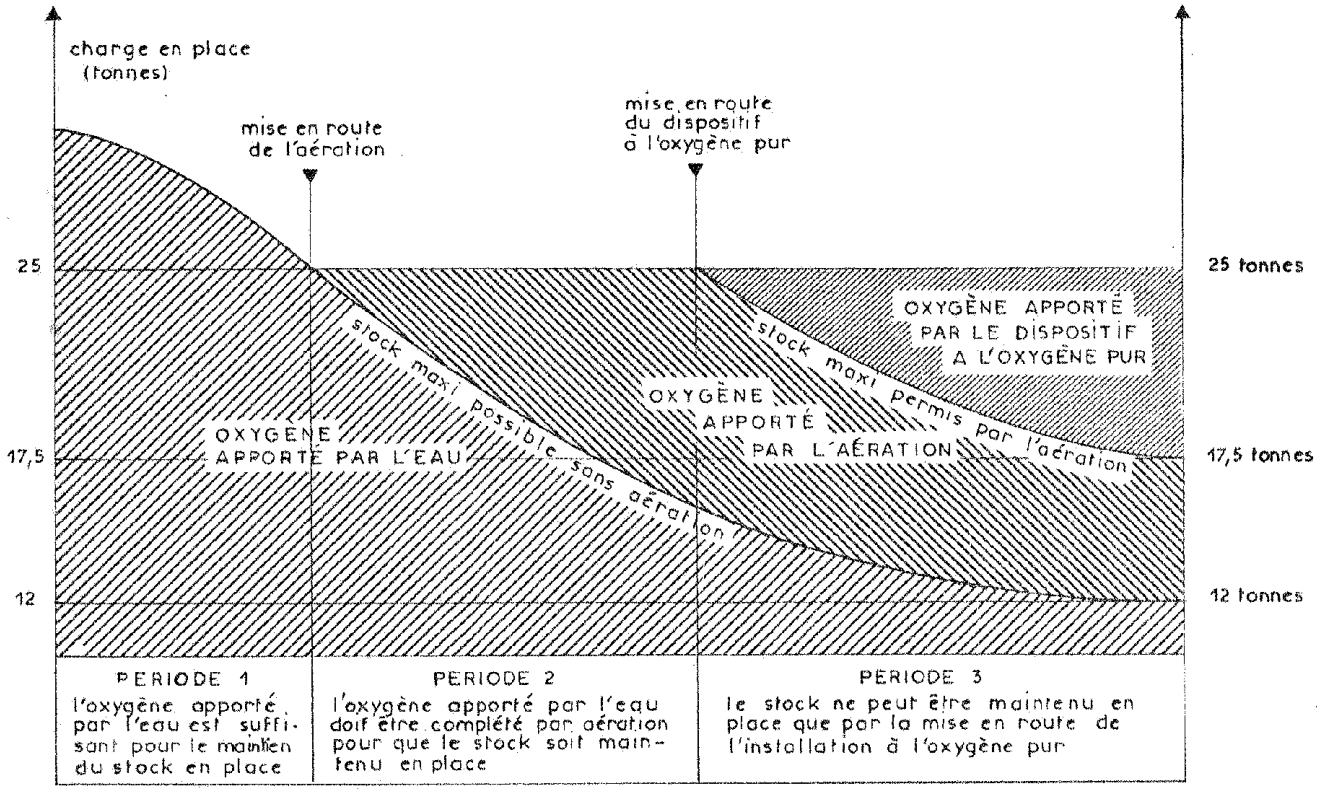


Fig. 3. — Gestion de l'oxygène dans une pisciculture où le débit diminue fortement à la saison chaude, et où l'objectif est de maintenir 25 tonnes de truites nourries normalement en stock. En période de fort débit, l'oxygène contenu naturellement dans l'eau suffit à la consommation des 25 tonnes de poisson (période 1). En période 2, le débit a chuté, et il devient nécessaire de mettre des aérateurs en route. Le débit continuant à diminuer, les aérateurs se trouvent bientôt à la limite de leurs performances, et il faut compléter l'apport d'oxygène par un dispositif à l'oxygène pur (période 3). Ce graphique couvre une période de six mois. On a supposé dans cet exemple que la température de l'eau restait constante toute l'année. L'importance de l'aération et de l'oxygénation serait encore accrue si l'on faisait intervenir une augmentation de la température.

En effet, en été, la température s'élève avec pour conséquence :

— une augmentation des besoins en oxygène des poissons (pour un stock donné) ;

— une diminution de la quantité d'oxygène fournie par les aérateurs.

S'il se produit en même temps une diminution du débit (cas fréquent), l'éleveur sera amené à réduire la consommation d'oxygène des poissons en diminuant la nourriture (et donc la croissance). Il cherchera aussi à augmenter l'aération, mais l'effet d'oxygénation sera limité, à température élevée, et ceci quelle que soit la puissance mise en jeu (voir figure 4). Dans les conditions naturelles, il existe en effet une limite à la teneur en oxygène de l'eau pour une température et pour une pression atmosphérique données : c'est la teneur de saturation.

Cette teneur diminue quand la température augmente, et les dispositifs d'aération, de par leur principe même, ne permettent pas de la dépasser.

La limite de la saturation est par contre fortement reculée avec les dispositifs travaillant dans une atmosphère enrichie en oxygène pur. Dans la pratique, l'eau traitée par ces dispositifs peut être amenée jusqu'à 130 à 140 % de la saturation, ce qui augmente considérablement la quantité d'oxygène disponible pour le poisson dans un mètre cube d'eau. L'intérêt économique de ces systèmes dépend du rapport financier entre le stock d'été, qui n'aurait pu être gardé en place à l'aide des techniques classiques, et la dépense occasionnée par l'utilisation de l'oxygène pur.

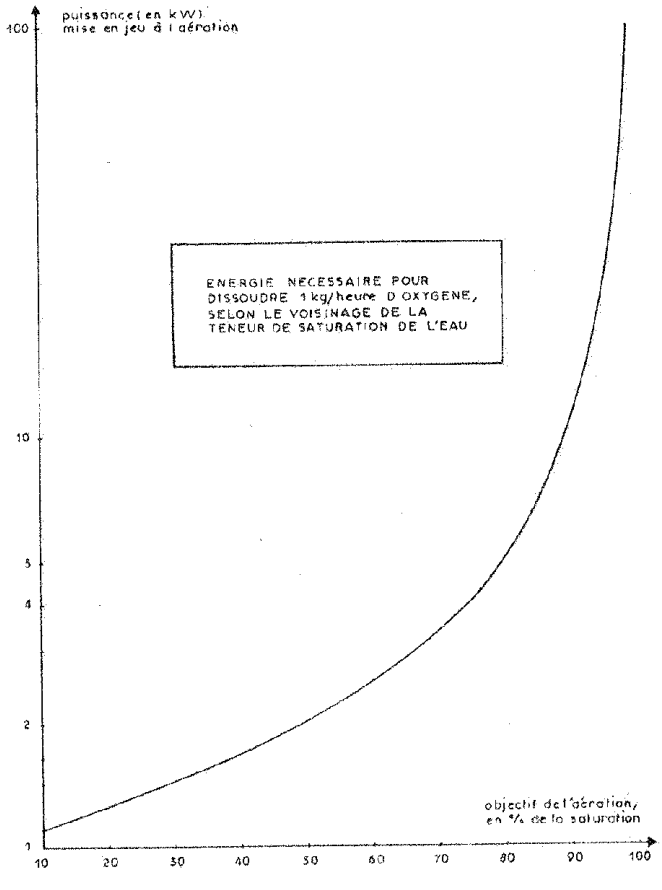


Fig. 4. — Dans les conditions naturelles, l'eau est incapable de dissoudre plus d'oxygène qu'elle n'en contient à sa teneur de saturation. Ce graphique montre que, plus on se rapproche de la saturation, et plus il faut d'énergie pour incorporer 1 kg/heure d'oxygène dans l'eau avec une aération classique. Les pisciculteurs connaissent bien la formule selon laquelle « ce sont les derniers mg/l d'oxygène qui sont les plus difficiles à obtenir ». La courbe représentée correspond aux performances en bassin d'un système d'aération donnant 1 kg d'oxygène par kWh à 0 mg/l (conditions standard).

Cette dépense correspond d'abord à des investissements au niveau du dispositif de dissolution, et au niveau du générateur si c'est cette source d'oxygène qui est choisie.

Elle correspond ensuite à des coûts de fonctionnement, qui varient suivant les procédés.

Comme nous le verrons par la suite, le coût de l'oxygène pur est compétitif par rapport aux aérateurs, dans tous les cas où l'eau ne peut contenir naturellement beaucoup d'oxygène (température élevée, eau salée).

II - LA MISE EN ŒUVRE DE L'OXYGÈNE :

Elle comporte deux parties bien distinctes :

La première est l'équipement délivrant de l'oxygène gazeux. Trois formules peuvent être utilisées :

— oxygène comprimé en bouteille ;

— oxygène liquide avec évaporateur (« tank » d'oxygène liquide) ;

— production sur place, avec dispositif comportant un compresseur et un « tamis moléculaire » qui retient l'azote de l'air et laisse passer l'oxygène.

La deuxième partie est le dispositif de dissolution destiné à incorporer dans l'eau cet oxygène gazeux.

II. 1 - Procédé d'obtention de l'oxygène :

On distingue :

— Les solutions impliquant une distribution de l'oxygène, que la Société l'AIR LIQUIDE avait commencé à développer en pisciculture.

— La solution reposant sur la production d'oxygène sur le site (générateur d'oxygène), introduite récemment en pisciculture par la Société VESTAL-CHIMIE.

II.1.1 — L'oxygène comprimé en bouteille

Une bouteille contient généralement 10 m³ d'oxygène gazeux sous forte pression. Le conditionnement n'entraîne en principe aucune perte entre le stockage du gaz et le dispositif d'utilisation.

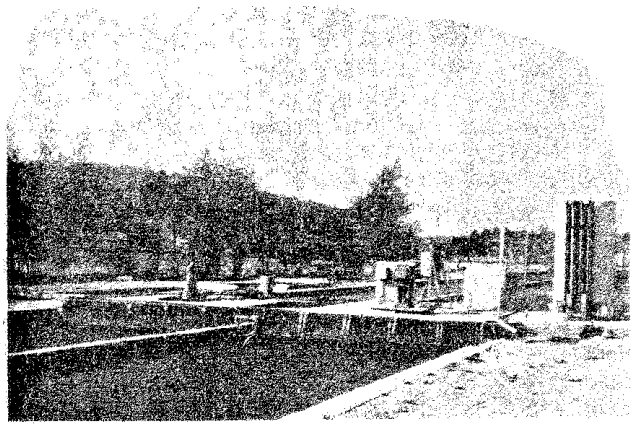
Il convient à de petites installations demandant un appoint d'oxygène lors de phases critiques. En effet, si l'on évalue en stock de poissons la capacité correspondant aux plus grands cadres (270 m³), on s'aperçoit qu'on assure au mieux la consommation de deux tonnes de truites sur un mois. C'est le mode de conditionnement le plus coûteux (9,90 à 11,02 F le m³ en janvier 1982).

II.1.2 — L'oxygène liquide avec évaporateur (« tank »)

Un réservoir d'oxygène liquide reste sur le site, il est rechargé par le fournisseur.

Ce mode de stockage permet de disposer d'importante quantité de gaz (4 000 m³ et plus pour l'oxygène).

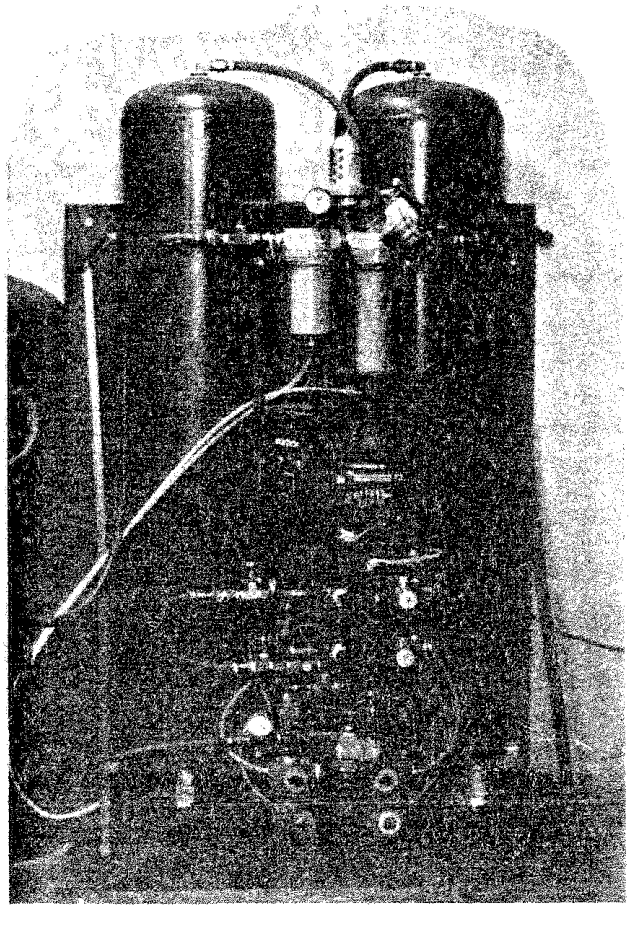
Il présente l'inconvénient d'entraîner des pertes non négligeables lorsque le transfert du camion livreur au tank entraîne une détente importante.



Sur une pisciculture de taille importante, une double installation à l'oxygène pur a été intercalée entre deux séries de bassins de grande longueur. De droite à gauche, on voit le « tank » d'oxygène liquide qui alimente l'installation (Sté L'AIR LIQUIDE) ; puis le capot-moteur de la turbine lente qui tourne dans le premier caisson en béton ; enfin la tête d'un bicône qui a été installée dans le deuxième caisson pour expérimentation.

D'autre part, une perte due au principe même de l'évaporateur est à prendre en compte, on la chiffre à 0,3-0,4 % par jour du volume stocké.

Le coût du m^3 varie considérablement suivant les quantités achetées et les distributeurs. On peut estimer la fourchette de prix 2,84-8,41 F le m^3 d'oxygène par évaporateur.



Générateur d'oxygène pur commercialisé par la Société VESTAL-CHIMIE. Le modèle représenté débite 6 m^3/h d'oxygène à 96 % de pureté, dans des conditions économiques très intéressantes. Il correspond, selon les conditions de la pisciculture à équiper, au traitement d'un débit de 250 à 450 litres/seconde.

II.1.3 — Production d'oxygène sur le site

Une centrale de production d'oxygène se compose d'un compresseur et du dispositif de génération d'oxygène proprement dit. Cet appareil permet d'obtenir de l'oxygène à 96 % de pureté. La partie essentielle du générateur d'oxygène est constituée par deux réservoirs contenant une zéolithe de synthèse (matériau de la famille des céramiques) qui a la propriété de retenir l'azote.

Au bout d'un temps assez court, ce « tamis moléculaire » est saturé et doit être purgé.

On a donc deux réservoirs : tandis que l'un filtre l'oxygène de l'air que lui envoie le compresseur, l'autre est décompressé et se purge de l'azote qu'il contient. Le passage d'un réservoir sur l'autre se fait automatiquement. Ce procédé n'introduit pas de perte entre la production du gaz et son utilisation (puisqu'il s'agit d'une production à l'état gazeux), il rend l'éleveur indépendant des problèmes d'approvisionnement en gaz, et le coût de fonctionnement est ramené, comme pour un aérateur, à la puissance électrique consommée. Ce coût est le plus faible des trois procédés d'obtention d'oxygène pur (0,90 à 2,15 F le mètre cube, amortissements inclus, selon la taille du générateur).

II.1.4 — Comparaison des trois solutions

Utilisation

Les bouteilles sont adaptées aux utilisations correspondant à des besoins modestes et occasionnels. Evaporateur et générateur d'oxygène sont adaptés à des besoins importants, ainsi qu'à des besoins plus modestes, mais permanents.

Investissement

— *Bouteilles :* nul.

— *Evaporateur* : variable suivant les formules. En outre, compte tenu du coût élevé en fonctionnement, une régulation automatique est généralement indispensable (environ 20 000 F).

— *Générateur :* important, mais le faible coût de fonctionnement permet de se contenter d'un réglage manuel à l'utilisation.

Fonctionnement

— *Bouteilles :* le prix du mètre cube d'oxygène *dissous* se situe, selon les cas présentés dans le tableau comparatif, entre 13,74 F et 15,79 F, soit un coût mensuel par tonne de truites de 1 697 à 1 969 F.

— *Evaporateur :* pour les mêmes cas, le prix du mètre cube d'oxygène *dissous* se situe entre 4,41 F et 13,00 F, soit un coût mensuel par tonne de truites, de 544 à 1 621 F.

— *Générateur :* le coût du mètre cube d'oxygène *dissous*, amortissements du matériel inclus, se situe entre 1,80 F et 2,32 F, soit un coût mensuel par tonne stockée de 222 F à 289 F.

Ces calculs correspondent à une exploitation-type où l'on dispose de 250 litres/seconde d'eau à 20 °C, et où l'on teste diverses hypothèses d'aération et d'oxygénation (voir tableau comparatif).

Les prix indiqués dans le tableau correspondent au mètre cube d'oxygène *dissous*, c'est-à-dire réellement incorporé dans l'eau en sortie d'appareillage.

Aération classique (turbines avec apport spécifique de 0,8 kg 02/kWh)		Température : 20 °C teneur de saturation de l'eau en oxygène : 8,88 mg/l			*Installation à l'oxygène pur* (hydroéjecteurs sous enceinte étanche)	
250 l/s	250 l/s	Débit traité			250 l/s	250 l/s
7,5 kW	7,5 kW	Puissance électrique du dispositif de dissolution			7,5 kW	7,5 kW
5 mg/l	7,5 mg/l	Concentration d'oxygène à l'entrée du dispositif			5 mg/l	7,5 mg/l
6,82 mg/l	8,15 mg/l	Concentration d'oxygène en sortie de dispositif			11,6 mg/l	11,6 mg/l
1,23 m³/h	0,44 m³/h	Volume horaire d'oxygène dissous par le dispositif			4,46 m³/h	2,77 m³/h
4,7 t	1,7 t	mini	Tonnes stockées *grâce au dispositif*	mini	17 t	10,5 t
7,1 t	*2,5 t*	moyen		moyen	*26 t*	*16 t*
9,4 t	3,3 t	maxi		maxi	34 t	21 t
0	0	Oxygène pur consommé par le dispositif			6 m³/h	3,8 m³/h
1,52 F	4,26 F	Coût du m³ d'oxygène *dissous* ← (kW) (kW + gaz) →		avec oxygène fourni par *bouteilles*	13,74 F à 15,25 F	14,26 F à 15,79 F
				avec oxygène fourni par *évaporateur*	4,41 F à 12,22 F	4,84 F à 13,00 F
				avec oxygène fourni par *générateur*	1,80 F	2,32 F
190 F	540 F	Cout mensuel par tonne stockée *grâce au dispositif* (tonnage moyen) ← (kW) (kW + gaz) →		avec oxygène fourni par *bouteilles*	1 697 F à 1 883 F	1 777 F à 1 969 F
				avec oxygène fourni par *évaporateur*	544 F à 1 510 F	603 F à 1 621 F
				avec oxygène fourni par *générateur*	222 F	289 F

COMMENTAIRE DU TABLEAU COMPARATIF

1. — *Hypothèses de départ*

On a pris pour base de comparaison une exploitation disposant à la saison chaude de 250 litres/seconde à 20 °C, sans recyclage. Dans ce cadre, on a testé un système d'aération classique et un système à l'oxygène pur ayant un dispositif de dissolution de même puissance (7,5 kW).

La comparaison est faite pour les deux systèmes travaillant avec deux concentrations d'entrée différentes : 5 et 7,5 mg/l.

La concentration de sortie du dispositif à l'oxygène pur a été *volontairement limitée* à 11,6 mg/l, soit 130 % de la saturation, teneur dont on sait qu'elle est bien supportée par le poisson, et qui peut être maintenue sans dégazage sur un canal d'amenée de longueur moyenne.

On a indiqué dans chaque cas de figure un tonnage mini correspondant à un cheptel nourri selon les tables du commerce ; un tonnage maxi correspondant à un cheptel non nourri (en première eau) ; et un tonnage moyen, situé à mi-chemin entre ces deux extrêmes, qui a servi de base au calcul du coût mensuel par tonne.

Ces tonnages sont ceux *directement redevables* de l'oxygène dissous apporté par le système d'aération ou d'oxygénation. Le tonnage réel en place peut être supérieur si la concentration de départ de l'eau est supérieure à 5 mg/l.

2. — *Conditions des calculs de coût*

Dans le cas de l'aération classique, seuls les kW dépensés entrent en ligne de compte dans le coût du m³ d'oxygène dissous.

Dans le cas des systèmes à l'oxygène pur, entrent à la fois en ligne de compte les kW dépensés dans le dispositif de dissolution, et le coût des mètres cubes d'oxygène pur consommés (qui varie selon la source d'approvisionnement choisie). On a également tenu compte des pertes par purge dans le dispositif de dissolution à l'oxygène pur.

Pour l'oxygène en bouteille, le prix du mètre cube gazeux d'oxygène consommé est celui du mètre cube vendu par le fournisseur. Pour l'oxygène en évaporateur, le prix du mètre cube gazeux d'oxygène consommé est celui du mètre cube vendu, plus les pertes (seules les pertes journalières ont été comptées). Pour l'oxygène produit par générateur, c'est le coût de fonctionnement du compresseur et l'amortissement du matériel qui entrent en ligne de compte dans le prix du mètre cube consommé.

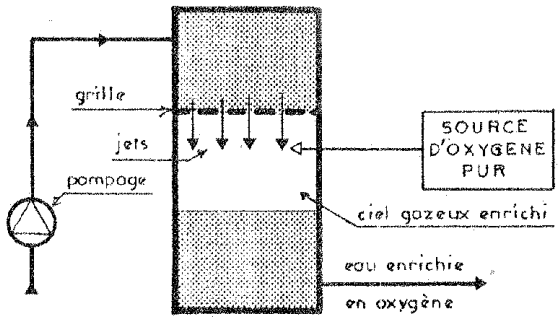
Les coûts indiqués correspondent aux conditions économiques au 1er janvier 1982. Le prix du kW qui nous a été communiqué par l'E.D.F. est susceptible de variations locales.

3. — *Comparaison des coûts*

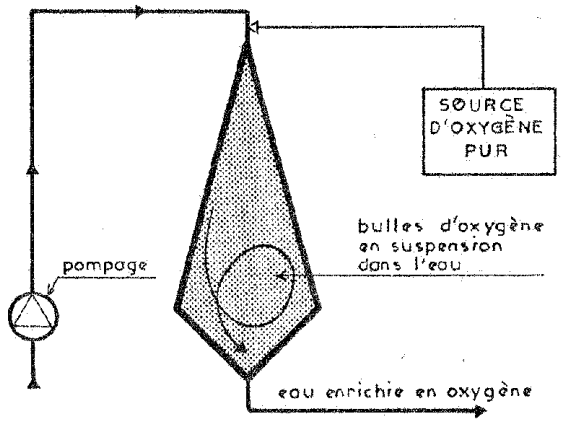
Rappelons tout d'abord que les valeurs numériques indiquées ne sont valables que dans le cadre des exemples étudiés. Ceci étant posé, on s'aperçoit que l'oxygène apporté par l'aération revient très cher dès lors que l'on s'approche de la saturation. En effet, les tonnages que l'aération permet de stocker sont faibles au regard des kW dépensés dans ces conditions. Par contre, le coût de fonctionnement plus important d'une installation à l'oxygène pur peut être réparti sur des tonnages bien supérieurs.

Avec, dans certains cas, un coût à la tonne équivalent ou même inférieur à celui de l'aération, on constate que la technique de l'oxygène pur permet de maintenir un stock en forte augmentation, particulièrement dans les périodes difficiles.

1 - JETS



2 - BICONE



3 - HYDROEJECTEUR

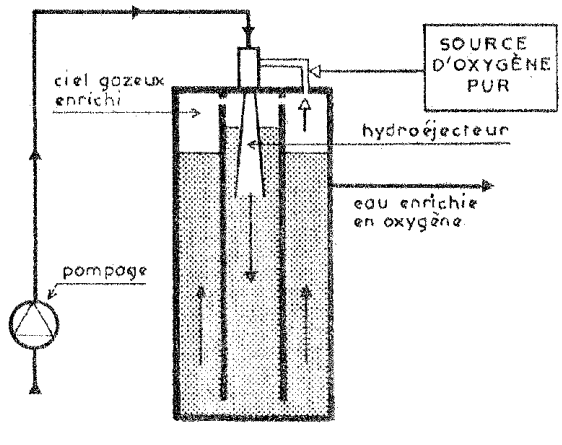
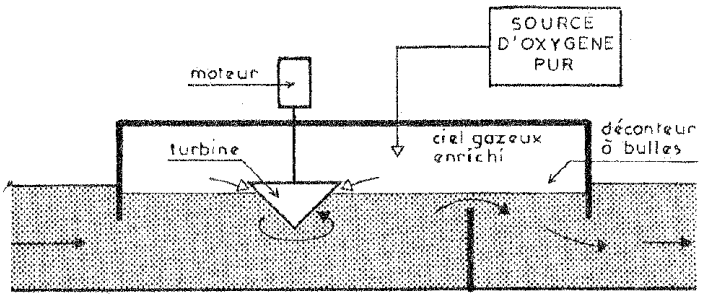
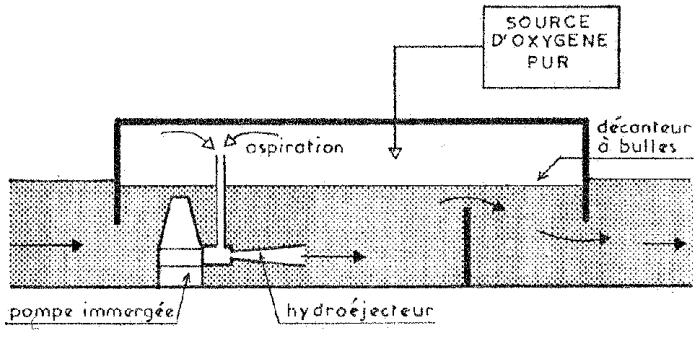


Fig. 7.
Ces trois premiers types de dispositif à l'oxygène pur représentés sur ces schémas correspondent à des installations sur pompage, destinées en principe à des débits modestes (salles d'incubation - alevinage, viviers).

4 - TURBINE



5 - HYDROEJECTEUR



6 - TUBE EN U

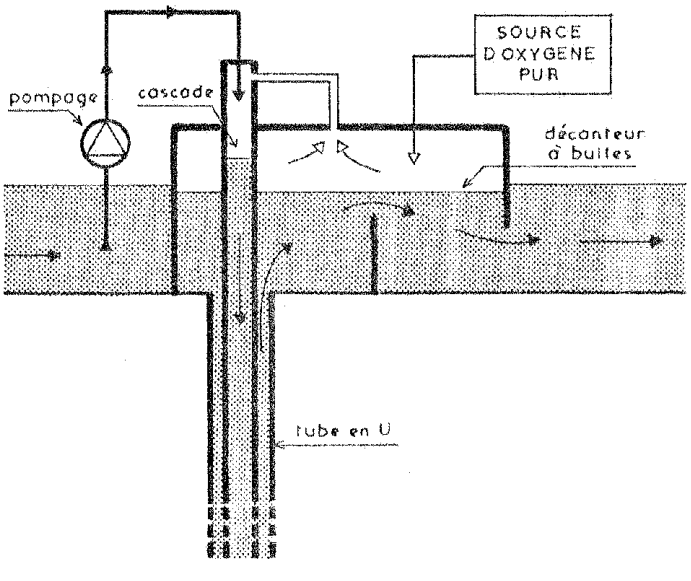


Fig. 8.
Ces trois autres types d'installations à l'oxygène pur permettent de traiter des débits importants. Ils comportent tous un caisson formant cloche étanche, par exemple en couverture de canal d'amenée. Cette enceinte fermée permet de récupérer l'oxygène qui n'a pas été dissous à son premier passage, et de le recycler dans le dispositif de dissolution.

II. 2 - Procédés de dissolution de l'oxygène

Les procédés utilisés sont les mêmes que pour l'aération. Le facteur nouveau tient au fait que l'oxygène gazeux ayant ici une valeur marchande, il sera nécessaire de couvrir l'installation de manière à le recycler jusqu'à dissolution. Cette couverture permet de disposer d'une enceinte étanche où le dispositif de dissolution brasse l'eau, la plupart du temps à la pression atmosphérique, ou dans certains cas à une pression supérieure.

En effet, la mise sous pression d'un gaz en présence d'un liquide augmente sa vitesse de dissolution, et il est donc avantageux, lorsque c'est possible, de travailler sous pression.

Dans la pratique, le maintien sous pression de grandes enceintes fermées est coûteux en puissance de pompage, et pose des problèmes de réalisation. Cette technique est donc limitée au traitement de petits débits.

Par ailleurs, seuls les dispositifs travaillant à la pression atmosphérique peuvent être utilisés comme des aérateurs classiques (en mettant leur enceinte étanche en communication avec l'air libre). Cette caractéristique est très intéressante dans les périodes où la température et le débit ne nécessitent pas encore de recourrir à l'oxygène pur. Les dispositifs sous pression, quant à eux, ne peuvent travailler à l'air, car ils provoqueraient alors des sursaturations en azote très dangereuses pour le poisson.

Les jets

Dans ce procédé, le principe de fonctionnement consiste à entretenir une chambre d'oxygène pur sous une grille. L'eau sous pression traverse cette chambre en jets multiples, et s'enrichit au passage en oxygène. On introduit de l'oxygène à mesure de sa consommation dans l'appareil.

La pression amont nécessaire est de l'ordre de 2 bars, le rendement peut atteindre 85 à 95 %. L'appareil mis au point par la Société l'Air Liquide sur ce principe traite un débit de 25 m³/h. Ses faibles dimensions (1,5 m de haut, 35 cm de diamètre) le rendent éventuellement mobile. La grille interne de l'appareil implique cependant une utilisation en eau propre.

Bicône

Le principe consiste à injecter un mélange eau-oxygène au sommet d'une cône. La vitesse du mélange diphasique chutant progressivement lors de la descente, on arrive à stabiliser la phase gazeuse et à éviter l'entraînement de l'oxygène non dissous hors du dispositif.

Le jet placé au sommet du cône fractionne les bulles qui remontent en petites bulles qui sont réentraînées vers le bas de par leur moindre vitesse ascensionnelle. Leur coalescence progressive en grosses bulles et la diminution de vitesse du mélange diphasique les amènent ensuite à remonter vers le haut du cône.

Dans ce type d'appareil, la vitesse passe de 1,5 m/s à 0,1-0,15 m/s de haut en bas du cône (SPEECE *et al.*, 1971). Le rendement peut atteindre 50 à 80 % dans les conditions usuelles de pisciculture.

Il s'agit d'appareils traitant 100 à 300 m³/h, placés à poste fixe, qui fonctionnent sous une pression d'alimentation de l'ordre de 1 bar.

Turbine

L'eau enrichie en oxygène par une turbine travaillant en ciel fermé transite ensuite dans une chambre cloisonnée où l'oxygène non dissous est récupéré (décanteur à bulles). Les premiers dispositifs proposés selon ce principe se présentaient sous la forme de caissons en tôle peu maniables. A l'heure actuelle, ce sont des installations réalisées en béton, à poste fixe, par exemple en couverture de canal d'amenée. Les turbines lentes qui équipent souvent ces installations ont un très bon rendement, mais tolèrent mal les variations du niveau de l'eau à l'intérieur du caisson. Si de telles variations se produisent, le rendement peut chuter considérablement.

Hydroéjecteurs

On emploie des hydroéjecteurs (venturi) :

— Soit dans des installations du même type que celles décrites pour les turbines, c'est-à-dire adaptées à de gros débits. Avec des hydroéjecteurs, le rendement est moins bon qu'avec des turbines lentes, mais l'installation est plus simple à réaliser et n'est pas vulnérable aux variations de niveau.

— Soit dans des installations adaptées au traitement de débits plus faibles. Dans ce cas, l'hydroéjecteur peut être monté dans une cuve de dissolution hors sol alimentée par pompage à 0,7 bars. Le ciel gazeux maintenu dans la cuve peut être à la pression atmosphérique ou en légère surpression. Cette solution convient pour les salles d'incubation-alevinage, viviers.

Tubes en U

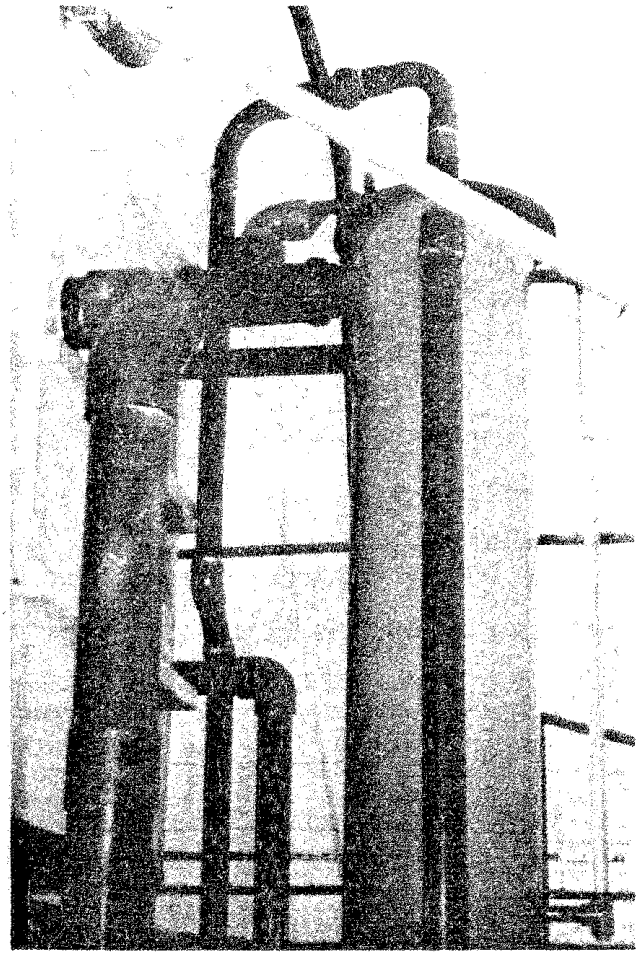
Le mélange d'eau et d'air enrichi qui est produit par cascade, ou par insufflation à l'aide d'un compresseur périphérique en tête du dispositif, passe au fond d'un puit où il se trouve pressurisé du simple fait de la hauteur d'eau. Comme nous l'avons indiqué plus haut, la vitesse de dissolution de l'oxygène dans l'eau est alors fortement accrue.

Ce type de dispositif offre un très bon rendement et peut s'adapter à une large plage de débits. Il peut fonctionner gravitairement si l'on dispose d'une dénivellée de 1,50 m. Dans le cas contraire, on peut prévoir un pompage en dérivation sur le canal d'amenée.

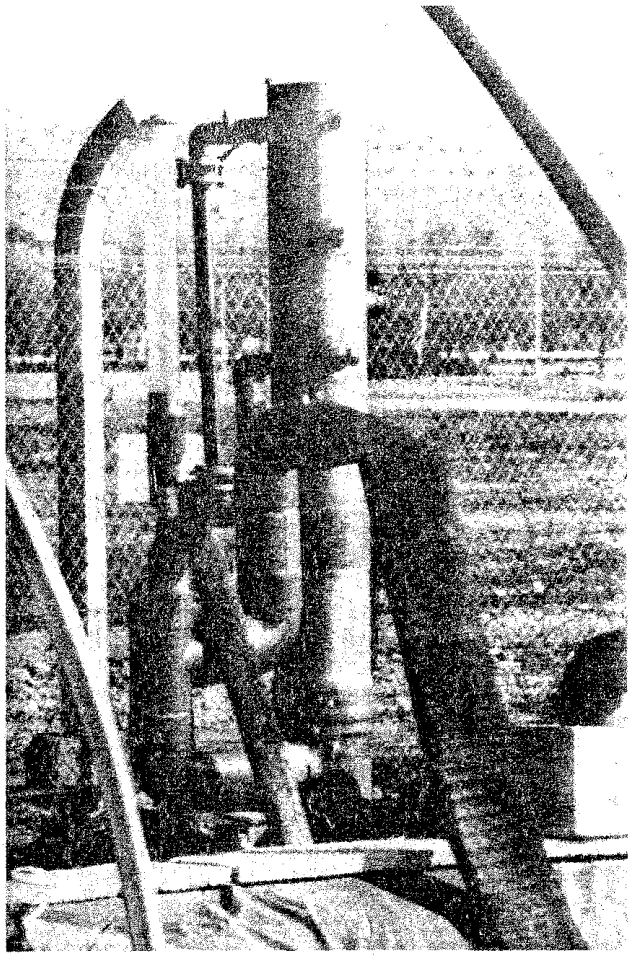
Le tube en U réclame cependant un génie-civil important pour les gros débits (puit de 4 m de profondeur environ).

II. 3 - Particularité des procédés fonctionnant à la pression atmosphérique

Quel que soit le rendement propre du dispositif de dissolution, il est impossible de dissoudre la totalité de l'oxygène pur introduit dans un dispositif à la pression atmosphérique. En effet, l'eau qui pénètre dans l'installation est la plupart du temps saturée en azote (l'air contient 80 % d'azote). L'atmosphère enrichie en oxygène du dispositif contient moins de 80 % d'azote, et l'eau aura tendance à y relarguer une partie de son azote dissous. Pour maintenir le taux d'oxygène voulu dans la chambre, il est



Vue partielle de l'installation à l'oxygène pur conçue par les auteurs pour la civellerie de Saint-Laurent-des-Eaux. Cette installation sur forage est alimentée par un générateur d'oxygène pur, et comprend deux cuves de dissolution (cylindre gris à droite sur la photo) avec hydroéjecteurs, reliées à un décanteur à bulles central (cuve blanche à gauche sur la photo). En régime maximum, la teneur en oxygène de l'eau à 25 °C est portée de 2,2 à 15 mg/l sur un débit de 90-100 m³/h.



Oxygénateur de bassin expérimenté par les auteurs. Ce dispositif mobile à l'oxygène pur vise à apporter dans un bassin la quantité d'oxygène nécessaire au maintien d'un stock à la saison chaude. Il est également bien adapté à l'oxygénation de viviers comportant de fortes charges en place (salmonidés, crustacés). La photo montre le prototype initial du dispositif, dans une configuration provisoire qui correspond aux nécessités des essais.

Installation, sur une pisciculture, d'un dispositif à l'oxygène pur faisant le maximum d'usage d'équipements disponibles sur place. Pour réduire l'encombrement, le décanteur à bulles de cette installation est constitué par la canalisation de sortie d'eau elle-même. Il s'agit là d'un dispositif à jet simplifié.

donc nécessaire d'y prévoir une purge, purge qui entraîne simultanément une perte d'oxygène. On sait cependant calculer cette perte avec précision pour une installation donnée, ce qui permet d'en tenir compte dans le prix de revient du mètre cube d'oxygène dissous.

III - PLACE DE L'OXYGÈNE PUR DANS LES TECHNIQUES D'OXYGÉNATION DES EAUX

Nous avons montré que les aérateurs classiques voient leur action limitée de façon sévère par l'augmentation de température et la baisse du débit. Lorsqu'ils ne suffisent plus à la tâche, deux solutions restent en lice pour maintenir la capacité de stockage d'une exploitation :

— accroître la capacité de transport d'oxygène de l'eau en recourrant à l'oxygène pur ;

— augmenter le débit circulant par recyclage, d'un facteur 2 à 3. La simple aération de ce débit accru peut suffire à apporter l'oxygène nécessaire. Cette solution est toutefois souvent irréaliste, car la structure de la pisciculture est rarement prévue pour absorber les quantités d'eau voulues (nécessité de modifier les canaux d'amenée et de fuite, voire les bassins eux-mêmes).

L'oxygène pur est donc une technique qui permet, sans modification importante des exploitations existantes, de stocker un cheptel que l'aération ne suffirait pas à maintenir en place dans un contexte donné. Les procédés de dissolution de l'oxygène pur sont suffisamment variés pour s'adapter aux conditions particulières de telle ou telle pisciculture, et couvrent la plage de débits couramment rencontrés.

Les conditions économiques qui régissaient jusqu'à présent l'emploi de l'oxygène pur sont en train de se modifier, et cette technique semble donc appelée à un développement important, en particulier dans les exploitations qui connaissent des problèmes de température ou de débit.

SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LES LAGUNES COTIÈRES

Bordeaux - Arcachon (septembre 1981)

Du 8 au 14 septembre s'est tenu à Bordeaux un symposium international sur les lagunes littorales. 175 conférenciers ont fait le point des connaissances biologiques, hydrochimiques, ichtyologiques et aquacoles de ce domaine particulier, ni marin ni continental, mais biologiquement très riche. Les applications à la production aquacole (poissons, coquillages, crustacés) et à la gestion des stocks naturels (pêche et sea-ranching) ont été aussi envisagés.

Ainsi 28 thèmes d'étude ou d'expérimentation ont été abordés et les conférenciers représentaient 41 pays. L'auditoire représentait un nombre encore plus important de pays.

Le rapport final sera mis à disposition du public fin 1982 sous l'égide de l'UNESCO (7, place de Fontenoy — 75007 Paris) et du Laboratoire d'Océanographie de l'Université de Bordeaux I (33120 Arcachon).