

EAUX SOUTERRAINES SALÉES

Un atout pour l'aquaculture régionale



Culture de diatomée *S. costatum* sur eau souterraine salée

Copyright : SMIDAP

Un peu d'histoire

La découverte de l'existence de nappes d'eaux souterraines salées remonte au début des années 1980. Dans le cadre d'un programme de prospection, mené par la Direction Départementale de l'Agriculture (DDA) de la Vendée, des forages exploratoires réalisés en différents points du littoral de la baie de Bourgneuf ont mis à jour une quantité importante d'eau salée souterraine tant sur l'île de Noirmoutier que sur le continent (Bresson, 1982).

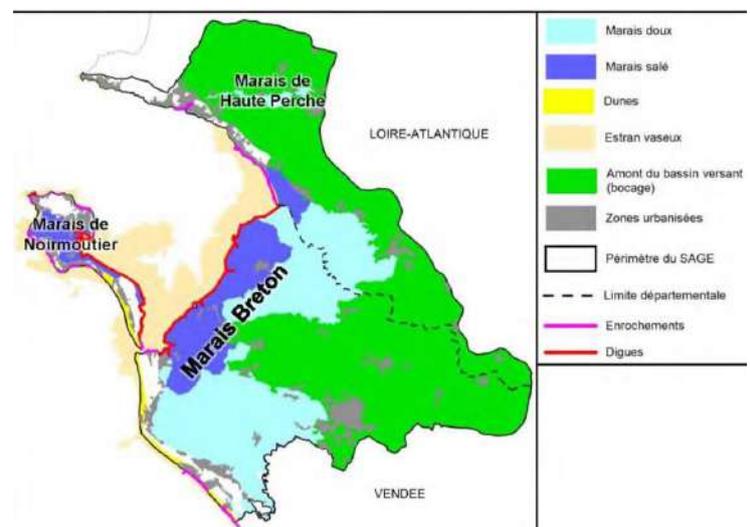
Les nappes aquifères couvrent une vaste surface (150 Km²) et sont piégées à de faibles profondeurs entre - 5 et - 15 mètres, dans des calcaires éocènes fracturés situés sous une couche imperméable d'argile.

Le volume total est estimé entre 1 et 3 milliards de m³ sur le pourtour de la baie de Bourgneuf. Des essais de pompage ont montré à de rares exceptions près que l'exploitation de cette eau pouvait se faire à des débits de plusieurs dizaines de m³/h sans rabattement notable au niveau du forage (Roy, 1992).

Localisation géographique

La présence de nappes d'eau souterraine salée est observée sur l'ensemble de la frange littorale de la baie de Bourgneuf et sur l'île de Noirmoutier. Elle coïncide avec les secteurs de marais salés du secteur (cf. carte).

Concrètement, elles se répartissent du sud de la Loire-Atlantique (La Bernerie-en-Retz) jusqu'à Notre Dame du Monts, au sud de la baie de Bourgneuf.



Localisation des zones de marais salés de la baie de Bourgneuf (SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la baie de Bourgneuf).

Des forages de prospection ont été réalisés sur l'ensemble des secteurs maritimes de la région des Pays de la Loire. Ils ont révélé l'existence de quelques nappes secondaires d'eaux souterraines salées, que ce soit au nord de la Loire-Atlantique (Le Croisic, Pen Bé) ou dans le sud vendéen (Olonne-sur-Mer, L'Aiguillon/Mer). Par contre, elles ne présentent que peu d'intérêts au niveau aquacole, du fait soit de qualités physico chimiques médiocres, soit de débits de pompage disponibles trop limités.

Composition physico-chimique

La composition des nappes d'eaux souterraines salées est variable selon les secteurs géographiques considérés (Collet, 1992 ; Glize, 1996).

Elles disposent de caractères communs comme une température quasi constante de 13 à 14°C, une salinité proche de celle de l'eau de mer (30 à 35‰), un pH plus acide (7,1 à 7,3), une quasi absence d'oxygène, une saturation en gaz carbonique.

Sur les secteurs de Noirmoutier et du sud de la baie de Bourgneuf, les autres paramètres physico-chimiques et composés des eaux souterraines salées correspondent en nature et teneurs à ceux observés classiquement dans l'eau de mer.

Sur la zone de Bouin, les eaux souterraines salées se caractérisent par la présence abondante de composés chimiques ou nutriments nécessaires aux cultures de végétaux. A titre d'exemple, les concentrations mesurées par comparaison à celles de l'eau de mer sont près de :

- 15 fois supérieures pour l'ammonium,
- 5 à 10 fois supérieures pour les phosphates,
- 4 fois pour le silicium,
- 3 fois pour le fer.

Ces différences et spécificités en termes de composition ont orienté les activités aquacoles compatibles avec leur utilisation. De façon synthétique, les secteurs présentant des eaux de forage de composition proche de celle de l'eau de mer comme sur l'île de Noirmoutier ont

permis le développement de fermes de productions de poissons (bar, dorade, turbot). Les secteurs se caractérisant par des eaux de forage riches en nutriments (Bouin) ont vu le développement d'écloseries et d'unités de prégrossissement de coquillages du fait des capacités de production de cultures de micro algues « fourrages » à de faibles coûts.

Les utilisations

Echange thermique

La première utilisation des eaux souterraines salées résidait dans leur intérêt thermique. Les pompages réalisés permettaient au travers de l'emploi d'échangeurs thermiques eau-eau à plaques de titane de récupérer des calories ou frigories selon la saison. Après passage dans les échangeurs, l'eau était directement réinjectée dans la nappe.



Forage d'eau souterraine salée

Copyright : SMIDAP

Cette technique permettait un réchauffement de l'eau de mer nécessaire aux élevages en période hivernale et un refroidissement en période estivale. Elle était employée tant pour les productions piscicoles, notamment pour les phases de prégrossissement hivernal du bar et de la dorade et celle estivale du turbot, que pour les productions conchylicoles, prégrossissement hivernal de coquillages (Hussenot, 1986).



Exemple d'échangeur à plaques (eau-eau)

Hivernage en extérieur des productions de bars et de dorades en marais.

La production de bars et dorades en marais atlantiques était une particularité des Pays de la Loire dans les années 1990 par opposition aux élevages en cages conduits en mer ouverte en Méditerranée.

Le cycle de production était de 3 ans et nécessitait un maintien en extérieur des cheptels de poissons durant la période hivernale. L'apport d'eau souterraine salée dans des structures de type tunnel, permettait le maintien d'une température suffisante dans les bassins. Un minimum de 6 à 7°C étant assuré même au plus froid de l'hiver (Hussenot, 1986). Il était remarquable d'observer que les populations de bars et de dorades répondaient naturellement à l'appel de l'eau « chaude » et venaient d'elles-mêmes se caler dans les tunnels, où des densités d'une dizaine de kg/m³ pouvaient être observées lors des périodes les plus rigoureuses.

Obtention de milieu d'élevage standardisé

La particularité des eaux souterraines salées, au-delà d'une grande stabilité de leurs compositions, est qu'elles sont dépourvues d'oxygène, induisant de fait une quasi absence de bactéries et/ou d'agents pathogènes. Cette « stérilité » potentielle apparaît comme un atout majeur quant à son emploi en tant que milieu d'élevage.

A l'état brut les eaux souterraines salées sont impropres voire toxiques pour la production d'espèces aquacoles. Un traitement préalable est indispensable. Il se déroule en deux phases (Baud, 2000).

La première vise à une réoxygénation de l'eau de forage. Elle est conduite au sein de colonnes (béton et/ou PVC) de 2 m de hauteur garnie d'anneaux plastiques visant à optimiser le contact entre l'eau et l'air afin de rééquilibrer les pressions partielles des gaz dissous.

L'eau tombant en cascade au sein de la structure permet d'aboutir à une saturation de l'eau en oxygène dissout, une élimination du gaz carbonique par dégazage et une précipitation du fer (passage de la forme dissoute (fer ferreux) à la forme solide (fer ferrique), ainsi qu'un rééquilibrage du pH.

La seconde phase a pour objectif d'éliminer l'ammoniaque. Elle implique le recours à un filtre biologique. Il est constitué d'une seconde colonne munie de particules d'argile expansée (Biogrog), permettant un développement de bactéries à leur surface. Ces bactéries autotrophes permettent une oxydation de l'ammoniaque en nitrite (assurée par le genre *Nitromonas*) et une oxydation des nitrites en nitrates (genre *Nitrobacter*).



Unité de dégazage de l'eau de forage

Copyright : droits réservés

Cette technique de traitement de l'eau souterraine salée en vue d'un emploi d'un milieu d'élevage standardisé a été ou est appliqué essentiellement sur les espèces piscicoles, notamment le turbot au niveau régional.

Production de microalgues

L'emploi de l'eau souterraine salée comme milieu de culture de micro-algues remonte à la fin des années 1980.

Les premières productions de micro-algues en grands volume datent des années 1990 dans le secteur de la baie de Bourgneuf avec le développement de l'aquaculture dite nouvelle.

L'espèce emblématique ou phare au niveau régional de la culture de micro-algues fourrages en grands volumes est une diatomée (*Skeletonema costatum*), destinée à l'alimentation du naissain de coquillages (huîtres, palourdes,...). Elle est cultivée sur eau souterraine salée brute en milieu extérieur de façon monospécifique (absence de contamination par d'autres espèces de micro-algues).



Bacs de culture de *S. costatum* sur eau souterraine salée

Copyright : SMIDAP

Les cultures sont conduites dans des bacs en béton de 100 à 500 m³ de volume utile. Le cycle de culture est compris entre 3 et 4 jours en fonction des saisons. Un bac est distribué journalièrement au niveau de la nurserie. Il s'agit de cultures en discontinu. Cette production en milieu ouvert est une particularité du polder de Bouin et unique tant au niveau français qu'europpéen. Concrètement, une production de plus de 12 000m³ est assurée journalièrement.

Par ailleurs, l'eau souterraine salée est utilisée en éclosérie de coquillages pour la production en petits volumes (300 litres) d'autres espèces (*T Iso lutea*, *Pavlova lutheri*, ...), destinées à nourrir les géniteurs et/ou les larves de coquillages. Leur culture sur eau de forage ne nécessite au préalable qu'une complémentation préalable de l'eau de forage en complexes vitaminiques (Glize, 1995).

Enfin, les secteurs hors du polder de Bouin, se caractérisent par des eaux souterraines salées aux compositions variables et généralement pauvres en nutriments. Cette carence ne permet pas leur emploi à l'état brut pour la culture de micro-algues. Une complémentation peut s'envisager au travers d'apport de composés azotés et/ou phosphorés les rendant compatibles à la production d'algues fourrages (Glize, 1996). Cette technique de complémentation est notamment appliquée sur l'île de Noirmoutier pour permettre la culture en grand volume de *Skeletonema costatum*, destinée aux unités de prégrossissement de coquillages.

Situation actuelle et perspectives

Compte tenu de l'importance économique liée à l'exploitation de la nappe d'eau souterraine salée, les professionnels de l'aquaculture et les représentants des collectivités locales se sont appropriés la gestion de cette ressource. Un observatoire des nappes salées du Marais Breton et de l'île de Noirmoutier a vu le jour en 1992.

Il est géré par le Service Eau du Conseil Départemental de la Vendée et ses travaux sont restitués au travers de la Commission eau souterraine salée du SAGE du Marais Breton et du bassin versant de la baie de Bourgneuf.

Il a vocation à assurer un suivi tant qualitatif (mesures de paramètres physiques, chimiques, polluants potentiels,....) selon un pas de temps quadrimestriel, que quantitatif (recensement annuel des volumes prélevés).

- Ile de Noirmoutier

Suite à des effondrements de terrain survenus dans les années 1990 à cause d'une exploitation trop importante de la ressource, un protocole de gestion spécifique limitant les prélèvements a été mis en place en 2001. La nappe d'eau souterraine salée de Noirmoutier est classée en Zone de Répartition des Eaux (ZRE) depuis 2003.

Les prélèvements concernent essentiellement les fermes piscicoles (production de turbot). Ils sont stables et en moyenne voisins de 6 millions de m³ par an sur les 10 dernières années (année 2018 : 5,9 millions de m³).

La tendance est à une réduction des pompages du fait de la reconversion de certaines fermes sur d'autres activités.

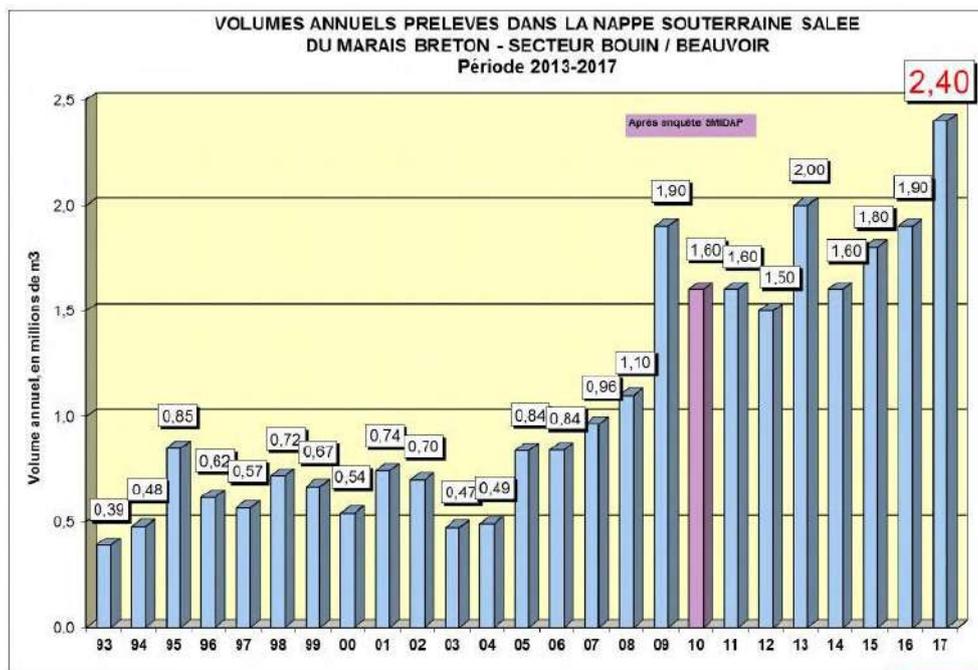
- Secteur de Bouin

L'exploitation de la nappe souterraine salée concerne essentiellement les activités d'éclosérie et de prégrossissement de coquillages, productions en plein essor au niveau régional.

Les prélèvements ont été multipliés par deux en 10 ans, pour atteindre 2,7 millions de m³ en 2018 (Observatoire des nappes salées du Marais Breton et de l'île de Noirmoutier : annuaire 2018). Ils devraient à court terme être multipliés par trois avec l'intégration de nouveaux projets de créations ou de développement d'outils de prégrossissement (nurseries).



Copyright : SMIDAP
Culture de *T. Iso lutea* sur eau souterraine salée



Prélèvements annuels d'eaux souterraines salées sur le polder de Bouin
(Source : CD85 ; Service de l'Eau)

Une réflexion sur la capacité du polder de Bouin à accepter de nouvelles installations en fonction du volume disponible de la nappe d'eau souterraine salée de polder de Bouin est en cours.

Concrètement, la ressource en eau souterraine salée a permis à la région des Pays de la Loire, d'être le leader national de production de turbot et d'être actuellement le leader européen de production de naissains de coquillages.

BIBLIOGRAPHIE

BAUD J.P., PALVADEAU H., NOURRY M., PENISSON C., HAURE J. : 2000 : Traitement de l'eau souterraine salée pour un meilleur contrôle des élevages conchylicoles, Convention Ifremer/ Région des Pays de la Loire, contrat SMIDAP : 9806801, Conseil Départemental de Vendée: 98-EA-541.

BRESSON G., 1982 : Potentialités d'exploitation des eaux souterraines de Vendée pour l'aquaculture : Rapport DDA Département de la Vendée, 18p.

COLLET T., MOREAU C., 1992 : Délimitation et cartographie de l'extension de la nappe souterraine salée de la baie de Bourgneuf ; Rapport BRGM-ISOMER, 286p.

GLIZE P., 1995 : Culture de nouvelles souches microalgales sur l'eau souterraine salée du polder de Bouin : *Isochrysis affinis galbana* (T.Iso), *Pavlova lutheri*; Rapport SMIDAP, 29p + annexes

GLIZE P., 1996 : Stimulations phytoplanctoniques sur eau souterraine salée complétementée, Rapport SMIDAP, 30p.

HUSSENOT J., 1986 : Les nappes d'eaux souterraines salées et leur utilisation aquacole, Colloque « Aquaculture en milieu de marais », 7-8 novembre 1985, SMIDAP (éd.) : 91-101.

Observatoire des nappes salées du Marais Breton et de l'île de Noirmoutier : Annuaire 2018

ROY C., 1992 : Utilisation des eaux souterraines salées : Exemples d'application à Noirmoutier : Géologues 97 : 37-40.

TRINTIGNAC P., 1996-1999 : Suivi des productions de *Skeletonema costatum* sur eaux souterraines salées du Polder de Bouin.

Pour préserver notre environnement, merci de n'imprimer ce document qu'en cas de nécessité.



*Syndicat Mixte pour le Développement
de l'Aquaculture et de la Pêche en Pays
de la Loire*

Contact :

SMIDAP - 3 rue Célestin Freinet
Bâtiment B Sud - 44200 NANTES
Tel. 02 40 89 61 37
contact@smidap.fr