



4. L'« AOBO TU » EST UN TRAITÉ CHINOIS ILLUSTRÉ relatif à la très lucrative production du sel en Chine. Écrit en 1334 par le fonctionnaire chinois Chen Chun, il confirme les descriptions de Marco Polo. Ci-dessus, un dessin illustre la cuisson sur de grandes poêles de fer de la saumure que des ouvriers avaient auparavant préparée en lessivant la terre salée de la région avec de l'eau de mer.

un affabulateur, lui donnèrent le surnom évoqué plus haut. Ces moqueurs avaient tort : les textes administratifs de la région du Jiangzhe (couvrant aujourd'hui les régions de Zhejiang, de Jiangsu et Shanghai), dont la capitale était Quinsai, montrent que les revenus fiscaux s'élevaient à 13 millions de guans. Si l'on tient compte de toutes les données de l'époque, les impôts sur le sel représentent 80 pour cent des revenus monétaires de la dynastie Yuan !

On comprend que Marco Polo, qui connaissait bien ce secteur, ait voulu donner une description correcte de la production de sel marin dans l'empire du Grand Khān. Il décrit le procédé utilisé à Changlu (voir la carte page 32). Le sel n'y était pas obtenu par évaporation de l'eau dans une succession de bassins, comme dans l'espace méditerranéen, mais à partir d'une saumure obtenue en lessivant la terre salée de la région avec de l'eau de mer, que l'on cuisait sur des poêles de fer jusqu'à ce qu'il ne reste plus que des cristaux de sel (voir la figure 4). « Le sel est cuit puis pressé dans un moule ; le contenu pèse environ une demi-livre. Quatre-vingt de ces morceaux de sel ont la valeur d'un saggio d'or », écrit-il. C'est une façon d'obtenir de la monnaie dans le Sud-Est de l'Empire, que le Vénitien est le seul à décrire. Gageons

que ses contemporains ont dû la trouver exotique, pour le moins...

Si les sources de la période Yuan ne contiennent aucune indication sur l'utilisation de cette monnaie de sel, ce n'est pas le cas des sources chinoises plus anciennes et plus récentes. Ainsi, Fan Chuo, un fonctionnaire de la dynastie Tang travaillant dans le Sud-Est de la Chine et à Hanoi, écrit au milieu du IX^e siècle à propos de l'emploi du sel comme monnaie dans le Yunnan, qui à l'époque n'appartenait pas encore à la Chine. Il indique : « La méthode des Barbares consiste à produire du sel par cuisson, puis [...] à lui donner une forme de pains, chacun d'un poids d'une à deux onces. Partout où l'on fait du commerce, on calcule en se référant à ces pains de sel. »

Du sel à titre de monnaie

Par ailleurs, six siècles plus tard, alors que la dynastie Yuan faisait depuis longtemps partie de l'histoire, on lit dans une chronique locale de la préfecture de Chuxiong : « Les saumures des sources de Heijing et de Langjing sont cuites pour obtenir du sel. Chaque morceau pèse environ deux onces. Les soldats et la population commune les utilisent en tant qu'argent. » Le récit du Vénitien confirme donc que cette forme de monnaie était bien employée au milieu du XIII^e siècle dans la province du Yunnan, et il n'y a aucune raison de ne pas admettre que Marco Polo était un témoin oculaire. Manifestement, en tant que serviteur du Grand Khān, Marco Polo avait des connaissances d'initié, qui lui permettaient de connaître le fonctionnement de l'administration impériale.

Un autre point que soulèvent les sceptiques est la jeunesse du Vénitien à son arrivée en Chine. Ses 20 ans n'ont pas dû gêner l'empereur, puisque des chroniqueurs chinois nous apprennent qu'il employait des hommes plus jeunes encore... Employer des étrangers n'était aussi pas sans avantages pour ce prince qui avait conquis la Chine dans le sang. Le respect que lui témoignaient ces gens venus de toutes les parties du monde devait apporter de la légitimité à celui qui avait été désigné Grand Khān, c'est-à-dire souverain d'un empire quasi mondial. Si Marco Polo n'était vraiment parvenu que jusqu'à la mer Noire, les Vénitiens qui y vivaient seraient-ils restés silencieux après le succès de son livre ? Non ! Il est temps de prendre Marco Polo au sérieux. ■

Trois titres pour le même ouvrage

À l'origine, Marco Polo dicta son récit à Rustichello de Pise, un auteur de roman de chevalerie, qui employa un français mêlé d'italianisme. Très vite, des copies plus ou moins fidèles se multiplièrent en français, latin, vénitien et toscan, dont une intitulée *Il Milione*, d'après le surnom de Marco Polo et une autre *Le livre des merveilles*, qui se trouve aujourd'hui à la Bibliothèque nationale de France.

SciLogs

La nouvelle communauté de
blogueurs scientifiques francophones

Grâce à **Scilogs.fr**, dialoguez avec des chercheurs et acteurs du monde des sciences aux points de vue riches et variés. De blog en blog, explorez la science avec ceux qui la font, la décryptent, l'analysent : résultats de recherche, applications pratiques, perspectives insolites, débats éthiques et politiques... Pour vivre la science au quotidien !

Signal sur bruit

Richard Taillet
Astrophysicien,
professeur
chercheur
au LAPTh

Ecoblog

Vincent Devictor
Chercheur au CNRS
en écologie et biologie
de la conservation

Best of Bestioles

Loïc Mangin
Rédacteur en chef
adjoint
Pour la Science

Complexités

Jean-Paul Delahaye
Mathématicien, informaticien,
et auteur de la rubrique
Logique et calcul
dans *Pour la Science*

Retrouvez
aussi les autres
communautés
«SciLogs» : déjà
plus de 140 blogueurs
scientifiques
à l'international !

Psycho Info

Jérôme Palazzolo
Médecin psychiatre, à Nice
et à l'Université Internationale
Senghor, à Alexandrie,
en Égypte

L'actu sur le divan

Sébastien Bohler
Rédacteur
à *Cerveau & Psycho*

Alterscience

Alexandre Moatti
Polytechnicien, chercheur
en histoire des sciences
au laboratoire SPHERE



Connectez-vous
maintenant
pour découvrir
www.Scilogs.fr !



Suivez les dernières actualités
des blogueurs également
sur les réseaux sociaux

Proposé par **POUR LA SCIENCE**

À l'écoute des bancs de poissons

Jean Guillard et Anne Lebourges-Dhaussy

Comment préserver le fragile équilibre qui lie
la ressource halieutique, le milieu aquatique et l'homme ?
En précisant le comportement des poissons, au moyen
notamment d'ondes acoustiques.



L'ESSENTIEL

- Les ondes acoustiques sont un moyen efficace pour étudier les poissons. Les sonars sont non invasifs et plus précis que d'autres techniques.
- Les chercheurs étudient le comportement des poissons et évaluent l'évolution des stocks.
- De nouveaux dispositifs acoustiques répertorient mieux les espèces et reconstruisent les bancs de poissons en trois dimensions.
- L'hydroacoustique est un outil polyvalent qui permet une étude globale de l'écosystème.

© Dray van Beek/shutterstock.com

L'homme est en mer. Depuis l'enfance matelot,
Il livre au hasard sombre une rude bataille.
Pluie ou bourrasque, il faut qu'il sorte, il faut qu'il aille,
Car les petits enfants ont faim. Il part le soir
Quand l'eau profonde monte aux marches du musoir.
Il gouverne à lui seul sa barque à quatre voiles.
[...]

Lui, seul, battu des flots qui toujours se reforment,
Il s'en va dans l'abîme et s'en va dans la nuit.
Dur labeur ! Tout est noir, tout est froid ; rien ne luit.
Dans les brisants, parmi les lames en démente,
L'endroit bon à la pêche, et, sur la mer immense,
Le lieu mobile, obscur, capricieux, changeant,
Où se plaît le poisson aux nageoires d'argent...

Les pauvres gens, Victor Hugo

Les poissons sont une ressource alimentaire notable pour de nombreuses populations. Mais aujourd'hui, la surpêche, le réchauffement climatique et la pollution les menacent. Pour savoir comment les protéger, pour gérer le renouvellement de cette ressource, pour réduire l'impact des facteurs nuisibles, il faut notamment comprendre leur mode de vie, leur comportement et savoir évaluer les stocks de façon précise.

Pour cette évaluation, nous examinerons comment l'hydroacoustique, qui consiste à émettre des sons sous l'eau et à recueillir les échos, a atteint une précision telle qu'il est aujourd'hui possible d'étudier le comportement des poissons et de reconstruire un banc en trois dimensions pour en suivre la dynamique et l'évolution. De surcroît, nous verrons que les spécialistes des ressources halieutiques ne s'intéressent plus seulement à la quantité des poissons qui ont un intérêt commercial, mais que leurs modèles prennent en compte les poissons dans leur environnement. Ces analyses écosystémiques incluent notamment les relations proies-prédateurs.

L'utilisation intensive des méthodes hydroacoustiques a commencé dès les années 1970, les chercheurs voulant obtenir des informations fiables sur l'abondance des poissons. Jusqu'alors on utilisait des méthodes classiques consistant à inventorier et observer les poissons d'après les statistiques de pêche. Mais cette pratique présente de nombreux biais ou des difficultés de mise en œuvre. En milieu lacustre et estuarien, on utilise des méthodes de capture passive (avec des filets verticaux statiques, nommés filets maillants) qui fournissent des estimations d'abondance relative et non une estimation du stock global. Selon la dimension

des mailles, la taille des poissons capturés change. Et les petits poissons (de l'ordre de sept à huit centimètres) sont mal recensés, alors que leur rôle et leur impact sur le milieu sont importants. Les techniques de pêche actives, tels le chalut ou la senne (des filets qui encerclent les poissons de surface), fournissent des estimations d'abondance locales, mais les prélèvements doivent être répétés de nombreuses fois pour tenir compte de la répartition hétérogène des poissons. Les statistiques de pêche lorsque les prises sont déchargées à quai apportent une information sur les populations exploitées dans les zones de pêche, mais elles ne donnent pas une image globale des populations.

L'hydroacoustique n'est pas soumise à ces limites et, de surcroît, c'est une méthode non invasive. C'est ainsi qu'elle est devenue au cours des 40 dernières années un outil incontournable de l'étude de la ressource halieutique. En outre, cette méthode s'adapte à tous les milieux aquatiques. Elle peut être mise en place aussi bien en eaux douces peu profondes qu'en haute mer. La richesse des données acoustiques sur les répartitions spatiales et temporelles des poissons, ainsi que sur leur abondance, leurs comportements et sur l'environnement, fait désormais partie des programmes scientifiques et du suivi des milieux aquatiques.

Écouter dans l'eau

Ainsi, cette méthode apporte de précieuses informations. Elle n'est devenue efficace que récemment, même si les premières tentatives de détection du bruit sous-marin remontent à la fin du XV^e siècle : Léonard de Vinci écoutait des bateaux éloignés en plongeant un tube dans l'eau et en collant son oreille à l'extrémité. Mais c'est surtout durant la Première Guerre mondiale que ces techniques utilisées pour repérer les sous-marins ont connu un développement important. En 1917, le physicien français Paul Langevin a notablement amélioré la technique en construisant une source sonore à partir de couches de matériau piézoélectrique (tel le quartz) confinées entre deux plaques de métal. La puissance de cette source sonore a alors permis de détecter pour la première fois en 1918 l'écho d'un sous-marin distant de plus de 1 500 mètres.

Rappelons qu'un cristal piézoélectrique produit une tension électrique lorsqu'il est soumis à une déformation mécanique et, inversement, soumis à une tension élec-



1. CE DISPOSITIF hydroacoustique est constitué de trois sondeurs émettant chacun à une fréquence spécifique (200, 120 et 38 kilohertz, de gauche à droite). Ils sont installés au plus près les uns des autres pour sonder le même volume d'eau.

LES AUTEURS



Jean GUILLARD est ingénieur de recherche à l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) et directeur adjoint du Centre alpin de recherche sur les réseaux trophiques et écosystèmes limniques à Thonon-les-Bains.

Anne LEBOURGES-DHAUSSY est ingénieur de recherche à l'Institut de recherche pour le développement (IRD) et directrice adjointe du Laboratoire des sciences de l'environnement marin à Plouzané.

trique, il se contracte ou se dilate. Ainsi, quand une tension alternative est appliquée, les plaques de métal qui enserrent le cristal vibrent. Au contact de l'eau, le dispositif, nommé sondeur, provoque des compressions et des dilatations du fluide. Ces perturbations se propagent dans le milieu sous forme d'ondes acoustiques. Ces dernières se transmettent d'autant mieux et plus vite dans un milieu que celui-ci est dense : les ondes se propagent donc lentement (à environ 300 mètres par seconde) dans l'air, plus rapidement dans l'eau de mer (à environ 1 500 mètres par seconde) et encore plus vite dans les milieux solides (jusqu'à plusieurs milliers de mètres par seconde). Quand elle rencontre un obstacle, l'onde est en partie réfléchie. Le dispositif récepteur est activé par l'écho et le signal est converti en une tension électrique mesurable. En pratique, le système hydroacoustique, ou sondeur, est utilisé alternativement comme émetteur et comme récepteur d'ondes acoustiques. Le temps mis par l'onde pour revenir au sondeur est lié à la distance de l'objet, qu'il s'agisse d'un sous-marin ou d'un poisson.

Premières applications halieutiques

En 1927, le navigateur français Raymond Rallier du Baty a utilisé un appareil acoustique pour observer des bancs de poissons en mer. Deux ans plus tard, le Japonais K. Kimura a repéré des grandes dorades nageant dans un bassin. En 1935, le Norvégien Oscar Sund a, en particulier, enregistré la répartition verticale de morues au large de la Norvège. L'industrie des pêches maritimes a alors commencé à s'intéresser à cette technique. Durant la Seconde Guerre mondiale, les sondeurs sont devenus plus puissants et précis, mais ils restaient encombrants et chers. Il fallut attendre la période d'après-guerre pour que les outils de détection acoustique deviennent plus accessibles.

À partir de 1963, le biologiste britannique David Cushing et d'autres ont suggéré que s'il était possible de localiser un poisson à l'aide d'un sondeur, on devait aussi pouvoir utiliser cette méthode de façon quantitative en comptant le nombre d'échos obtenus au cours d'une émission. C'était le début de l'évaluation acoustique de l'abondance des poissons. Il est aussi possible de mesurer l'intensité du signal au lieu de compter le nombre d'échos. On obtient alors une mesure de la densité de poisson, et donc